ELEKTROSTIMULATIONSANALGESIE UND NEUROLEPTANALGESIE IN DER GYNÄKOLOGIE EINE VERGLEICHENDE STUDIE

Hermann Kuppe

1981

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546818_0034

Aus dem Institut für Chirurgische Forschung

(Vorstand:Prof.Dr.Dr.h.c.W.Brendel)

und dem Institut für Anaesthesiologie

(Vorstand:Prof.Dr.K.Peter)

ELEKTROSTIMULATIONSANALGESIE UND NEUROLEPTANALGESIE IN DER GYNÄKOLOGIE EINE VERGLEICHENDE STUDIE

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin

an der Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Hermann Kuppe

aus

Hohenbrunn

1981

Mit Genehmigung des Fachbereichs Medizin der Universität München

Berichterstatter: Prof. Dr. K. Meßmer

Prof. Dr. Dr. h.c. W. Brendel

Mitberichterstatter:

Dekan: Prof. Dr. W. Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 16.7. 1981

UNIV. LEIDEN BIBL.

DISSERTATIONS - UND FOTODRUCK FRANK GmbH
8000 München 2, Gabelsbergerstraße 15, Tel. 2809090

Elisabeth und Barbara

in Dankbarkeit gewidmet

INHALTSVERZEICHNIS

		Seite
A.	EINLEITUNG	1
B.	METHODIK	5
	Patienten	8
	Operationsvorbereitungen	10
	Anaesthesievorgehen in der randomisierten Studie	12
	Einleitung	14
	Weiterführung	17
	Ausleitung	19
	Hämodynamische Messungen	20
	Bestimmungen im arteriellen und zentralvenösen Blut	21
	Verbrauchsmessung von Narkosemitteln	22
	Zeitliche Reihenfolge der Messungen	22
C.	ERGEBNISSE	23
	I. Veränderungen der hämodynamischen Parameter	23
	II. Verbrauchsmessung der zur medikamentösen Basisanaesthesie verwendeten Anaesthetika	26

Seite

III. Veränderung der Blutgase und des Säure-und Basen-Status 33

IV. Postoperativer Verlauf 38

D. DISKUSSION 44

I. Die Elektrostimulationsanalgesie ein "schonendes Verfahren" in der klinischen Anwendung-eine vergleichende Untersuchung 44

II. Wirkungsquantifizierung der ESA in einer randomisierten Studie 61

a) Hämodynamische Veränderungen unter ESA 62

b) Auswirkungen auf die Blutgase und den Säure-und Basen-Haushalt 69

III. Reduzierung des intraoperativen Analgetikaverbrauchs unter ESA 71

IV. Die Elektrostimulationsanalgesie als Ausdruck einer sympathikoadrenergen Stimulation des Patienten 79

V. Wirkungsvorstellungen der Elektrostimulationsanalgesie 83

E. ZUSAMMENFASSUNG 92

F. LITERATURVERZEICHNIS 95

A. EINLEITUNG

Ein Ziel in den Bemühungen der modernen Anaesthesie erscheint es,die Vitalfunktionen des Patienten möglichst wenig zu beeinträchtigen.Dennoch läßt es sich nicht vermeiden,daß die anaesthesiologischen Maßnahmen mit einer Reihe von Risiken behaftet sind,die in der Einleitungs- und während der Narkosephase zu ernsthaften Zwischenfällen führen können (49).
Das Ausmaß der Veränderungen hängt sowohl von der Größe und der Art des Eingriffes (76,78,92),dem Alter des Patienten (76),der gewählten Narkoseform und den verwendeten Narkotika ab (5,92,120).

Einmütigkeit besteht in der Literatur darüber,daß nach allen Intubationsnarkosen eine postoperative Hypoxämie unterschiedlicher Dauer auftritt (76,78,141,142),als Folge der abklingenden Wirkung der atemdepressiven Pharmaka.

Für den Anaesthesisten stellt sich daher die Frage,inwieweit es möglich ist,durch physikalische Maßnahmen die Dauer,Konzentration und die Toxizität der verwendeten Anaesthetika zu reduzieren.Durch die Elektrostimulation von Akupunkturpunkten ist es verschiedenen Arbeitsgruppen (1,9,10,31,52,62,108,116,125) gelungen,die Menge der her-

kömmlichen Pharmaka bei chirurgischen Eingriffen auf ein Minimum zu reduzieren und dennoch eine ausreichende intraoperative Schmerzausschaltung zu erreichen.
Die Akupunktur ist eine seit 2500 Jahren in China gebräuchliche, traditionelle Therapiemethode. 1958 wurde die therapeutische Wirkung, welche die Akupunktur bei Schmerzzuständen besitzt, erstmals zur Ausschaltung von Operationsschmerzen angewandt und hat dort zunehmend an Bedeutung gewonnen. 10-20% der in China vorgenommenen chirurgischen Eingriffe werden unter Akupunkturanalgesie durchgeführt (11,17). Die Erfolgsquoten liegen dabei zwischen 60-90%.

Erstmalig in Westeuropa wurde die von den Chinesen beschriebene Technik 1972 in Wien bei einer Tonsillektomie angewandt(9,12).
Bei der chinesischen Akupunkturanalgesie werden Stahlnadeln in den Bereich der Akupunkturpunkte eingestochen. Die auf den Körpermeridianen gelegenen Punkte werden entweder mechanisch oder elektrisch stimuliert. Bei der klassischen Akupunkturanalgesie werden die Nadeln am prämedizierten Patienten 15-30 min vor Operationsbeginn gestochen und in der beschriebenen Weise stimuliert. Die intraoperative Schmerzfreiheit wird dabei in vielen Fällen durch zusätzliche Gabe von Analgetika und Lokalanaesthetika erreicht.

1973 wurde von verschiedenen Autoren (10,64)erstmals ein Kombinationsverfahren beschrieben,das die Vorteile der westlichen Anaesthesie mit dem analgetischen Effekt der Akupunktur vereint.Das abweichende an dieser Zweistufen-Akupunkturanalgesie von dem chinesischen Verfahren besteht darin,daß nach einer klassischen Narkoseeinleitung mit Intubation und Relaxation und kontrollierter Beatmung die intraoperative Analgesie durch die Stimulation von Akupunkturpunkten erreicht wird.

Die beschriebenen klinischen Erfolge stehen dabei im Gegensatz zu den noch nicht bekannten Wirkungsvorstellungen.

Die bei der Elektrostimulation hervorgerufene Anhebung der Schmerzschwelle führt nach KEIDEL (74) zu einer Hypalgesie, diese erscheint ausreichend für einen operativen Eingriff.

Die Untersuchungen von POMMERANZ et al.(114),sowie von MAYER et al.(95) legen den Schluß nahe,daß ein Endorphinmechanismus an der Wirkung der Akupunktur beteiligt zu sein scheint.

Seit August 1975 wurde diese Akupunkturanalgesie am Institut für Anaesthesie der Universität München an über 1000 Patienten durchgeführt.

Die Vorteile für den Patienten liegen bei diesem Verfahren in der geringen toxischen Belastung und in der deutlichen Einsparung an Narkotika begründet.Als weitere Vorteile werden die intraoperativ bestehende Kreislaufstabilität, die fehlende postnarkotische Atemdepression und die fort-

bestehende postoperative Hypalgesie (7,31,125)aufgeführt. Erhebliche Unsicherheit besteht jedoch bei den verschiedenen Autorengruppen bezüglich der Ausprägung und der Reproduzierbarkeit der Analgesietiefe (12,21,52,101,108,109,125).
In etwa 64 % der beobachteten Fälle wurde die Akupunkturanalgesie erfolgreich von BENZER et al. (10,12) eingesetzt, wobei die Art der durchgeführten Operation entscheidend den Erfolg der Methode mitbestimmt(7,11,116,117).
GRABOW (54) beschreibt eine Versagerquote von 20 %,DOENICKE et al.(31) von 32 % bei den von ihnen durchgeführten Akupunkturanalgesien.
Die Elektrostimulationsanalgesie führt zu einer intermodalen Schmerzschwellenanhebung,unklar bleibt aber weiterhin der Wirkungsmechanismus (4,7,11,12,52,54,108,109,125) der angewendeten Methode.Ebenfalls unklar bleibt bei der Elektrostimulationsanaesthesie,ob für den erfolgreichen Einsatz des Verfahrens die Elektrostimulation an klassischen Akupunkturpunkten vorgenommen werden muß oder nach PAUSER et al. (108) auf die Stimulation klassischer Akupunkturpunkte verzichtet werden kann (16,24,69,79,132).
Die Vielfalt der bei der Stimulation verwandten Stimulationsfrequenzen folgt konsequent der Vielfalt der verwendeten Impulsqualitäten,wobei jedoch nach THOMA et al. (143) die Kenntnis der Dosierung der verwandten Impulse vielfach fehlt.
Das Ziel der vorliegenden Studie bestand darin,die Wirksamkeit der Elektrostimulationsanalgesie unter standardisierten

Bedingungen zu überprüfen und die erreichte Analgesie zu quantifizieren.

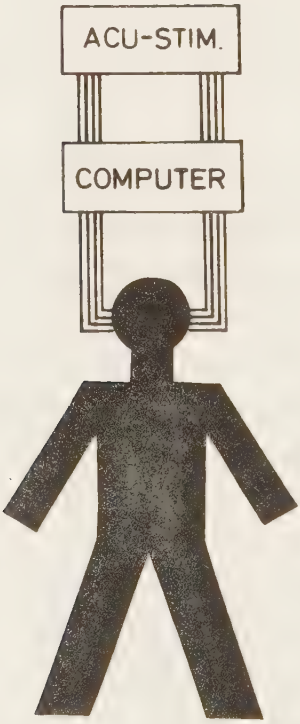
B. METHODIK

Voranmerkungen:

In der Praxis ergab sich die Schwierigkeit,daß die Bedingungen unter denen die Messungen durchgeführt wurden nicht tierexperimentell streng standardisierten Versuchsanordnungen entsprachen.Die Patientenkollektive sind nur annähernd physisch und psychisch homogen.Die emotionalen Impulse in Gegenwart der Krankheit,die die Wahrnehmung von Schmerzen beeinflussen zeigen dabei eine große Spannungsbreite.Ethisch ergaben sich bei den Untersuchungen Schwierigkeiten,denn das Wohlbefinden und die Sicherheit der Patienten mußten bei dieser Studie immer im Vordergrund stehen.

Der intraoperative Verbrauch an Analgetika wird wesentlich vom gewählten Anaesthesieverfahren und von der Verhaltensweise des Anaesthesisten bestimmt.Um eine weitgehende Beeinflussung der Messergebnisse durch den Untersucher auszuschliessen,wurde eine randomisierte Studie angelegt. Zwischen Elektrostimulationsgerät und dem Patienten wurde ein Zufallsgenerator eingeschaltet,der nach einem dem Anaesthesisten und dem Operateur unbekannten Code den Stimulationsstrom je nach der eingestellten Randomisierungszahl unterbrach oder passieren ließ.

Abb. 1 Schematische Darstellung der Versuchsanordnung



AUSWAHL DES BASISANAESTHESIEVERFAHRENS

Bei der Wahl der medikamentösen Basisnarkose sind wir von

der Überlegung ausgegangen,daß die gleichzeitig mit der Elektrostimulation verwendeten Pharmaka eine anaesthetische Wirkung entfalten sollten,die in einem bestimmten Prozentsatz der Fälle den operativen Eingriff ermöglicht.

Die meßbaren Kreislaufreaktionen stellen nur dann einen Bezugspunkt für die Vergleichbarkeit der beiden Anaesthesieverfahren dar,wenn die intraoperativ erreichte Analgesie in beiden Gruppen identisch ist.Innerhalb der Vergleichsgruppe A wird die intraoperative Schmerzfreiheit durch die Gabe von FENTANYL erreicht,in der Gruppe B durch die Elektrostimulation von Akupunkturpunkten.
Die minimale medikamentöse Basisanaesthesie ermöglicht bei einem etwaigen eintretenden Wirkungsverlust der Elektrostimulation durch die zusätzliche Gabe eines Analgetikums jederzeit auf ein konventionellese Narkoseverfahren überzuwechseln.

SCHEMATISCHES VORGEHEN WÄHREND DER BASISNARKOSE

- Prämedikation
- Narkoseeinleitung
- Muskelrelaxierung
- Kontrollierte Beatmung

Die Messanordnung war dabei so konzipiert,daß bei der Elektro-

stimulation der Patienten keine Artefakte am EKG auftraten und sich somit für den Anaesthesisten kein Hinweis dafür ergab,daß eine Stimulation des Patienten über den Zufallsgenerator erfolgte.
Nach der Entschlüsselung des Codes ergab sich folgende Patientenverteilung innerhalb der prospektiven randomisierten Studie

PATIENTENVERTEILUNG

- GRUPPE A (NLA) medikamentöse BASISNARKOSE,
  n=13 die intraoperative Analgesie wird durch FENTANYL aufrechterhalten

- GRUPPE B (ESA) medikamentöse BASISNARKOSE,
  n=17 die intraoperative Analgesie wird durch ELEKTROSTIMULATION aufrechterhalten

Die Wirkung der Elektrostimulation sollte dabei an Hand des Gesamtverbrauchs an Analgetika beurteilt werden.

METHODISCHES VORGEHEN

Die klinischen Untersuchungen wurden vom April bis Oktober

1976 in der II.Frauenklinik der Universität München (Direktor:Prof.Dr.R.Richter)durchgeführt.

PATIENTINNEN

Die vorliegende prospektive,randomisierte Studie wurde an 30 kreislaufgesunden Patientinnen vorgenommen,die sich einer Laparatomie oder einer Wertheim'schen Totaloperation unterziehen mußten.
Operationen,bei denen das Peritoneum nicht eröffnet wurde, wurden von der Studie ausgeschlossen,um eine Vergleichbarkeit der Schmerzreaktionen zu gewährleisten.

Tab. 1 Allgemeine Daten der Patientinnen

DOPPELBLINDSTUDIE

	NLA GRUPPE	ESA GRUPPE
Patientenzahl	13	17
Durchschnittsalter	47,0±3,1	41,5±2,8
Durchschnittsgewicht	62,3±2,4	62,2±2,5
Mittlere Operationsdauer	179,0±16,1	185,0±11,2
Art der Eingriffe	2 Wertheim	7 Wertheim
	11 Uterusextirpationen	10 Uterusextirpationen

Das mittlere Alter der Patientinnen betrug in der NLA-Gruppe $47,0 \pm 3,1$ und das mittlere Gewicht $62,3 \pm 2,4$ kg.Die mittlere Operationszeit lag bei 179 ± 16 min. In der Elektrostimulationsgruppe betrug das mittlere Alter der Patientinnen $41,5 \pm 2,8$ Jahre und das mittlere Gewicht lag bei $62,2 \pm 2,5$ kg. Die mittlere Operationszeit betrug 185 ± 11 min.

OPERATIONSVORBEREITUNGEN

Die Patientinnen erhielten am Vorabend 10-20 mg Valium* per os.Eine halbe bis dreiviertel Stunde vor Anaesthesiebeginn erhielten sie in Abhängigkeit von ihrem Allgemeinzustand 0,02 mg-0,05 mg/kg Thalamonal**,sowie 0,01 mg/kg Atropin*** als Mischspritze i.m.

Die prämedizierten Patientinnen wurden auf dem Operationstisch in Rückenlage gelagert.

Allen Patientinnen wurden unter sterilen Kautelen folgende Gefäße in Lokalanaesthesie percutan punktiert.

1) Die linke arteria radialis mit einer Argyle**** zur kontinuierlichen Messung des arteriellen Blutdruckes

2) Die rechte vena cubitalis mittels Trommelspulenkatheter*****

* Valium^{R},Hoffmann-La Roche,Grenzach/Baden

** Thalamonal^{R} Janssen,Düsseldorf

*** Atropin sulfuricum Thilo^{R} ,Dortmund

**** Abboven-14,Deutsche Abbott GmbH,Ingelheim a. Rhein

***** Medicut Gauge 18, Aloe Medical,St.Louis.Mo/USA

als zentralvenöser Zugang

3) Oberflächliche Handvene zur Infusionstherapie

Zur Temperaturmessung wurde eine oesophageale Temperatursonde* gelegt.

AUSWAHL DER MEDIKAMENTÖSEN BASISANAESTHESIE

Bei allen Patientinnen der prospektiven randomisierten Studie erfolgte die Einleitung und die Weiterführung der Narkose nach folgendem Schema.

Tab. 2 Einleitung und Weiterführung der medikamentösen Basisanaesthesie

	DOPPELBLINDSTUDIE	
	NLA-GRUPPE	ESA- GRUPPE
PRAMEDIKATION	1,5ml Thalamonal 0,5mg Atropin	1,5ml Thalamonal 0,5mg Atropin
EINLEITUNG	15-30mg Valium 330-380mg Thiopental 60mg Succinyl	15-30mg Valium 33o-380mg Thiopental 60mg Succinyl
VENTILATION	Lachgas Sauerstoff 2:1	Lachgas Sauerstoff 2:1
AUFRECHTERHALTUNG	Relaxierung mit 11-12mg Pancuronium Analgesie mit FENTANYL	Relaxierung mit 11-12mg Pancuronium Analgesie mit ELEKTROSTIMULATION

* Siemens Temperatursonde, Siemens AG, München

EINLEITUNG

Nach Blutdruck-und Pulskontrolle wurde zu Beginn der Narkose Ringer's Lactat infundiert,diese Infusionstherapie erstreckte sich bis in den postoperativen Zeitraum.Die Einleitung der Narkose erfolgte durch eine einmalige Gabe von 15-30 mg Valium^{R} i.v.,abhängig von der psychischen Ausgangssituation und durch eine Einleitungsdosis von Thiopental von1,8-2,0 mg/kg. Die Beatmung erfolgte mit reinem Sauerstoff,die Applikation der Maske wurde dabei widerstandslos toleriert.
Nach Gabe von Muskelrelaxantien,1mg Pancuroniumbromid^{R*} i.v. und 1mg/kg KG Succinylcholin^{R**} wurde nach Oberflächenanaesthesie von Mund und Rachen mit 2% Xylocainlösung orotracheal intubiert.

Tab. 3 Einleitungsschema der randomisierten Studie

1. Blutdruck und Pulskontrolle
2. Infusion von 200-500ml Ringer's Lactat
3. 15-30 mg Valium^{R} i.v.
4. Einschlafdosis von Thiopental 1,8-2,0 mg/kg KG
5. 1 mg Pancuroniumbromid i.v.
6. 1 mg/kg KG Succinylcholin i.v.

* Pancuronium'Organon'^{R},Organon GmbH,München

** Lysthenon^{R},Lentia GmbH,München

7. Orotracheale Intubation
8. Aufsuchen der Stimulationspunkte durch
   Hautwiderstandsmessung mit einem Hautwiderstandsmeßgerät*
9. Stimulation mit Impulsstrom 15 mA
   Impulsfrequenz 60 Hz

ELEKTROSTIMULATION

Nach Intubation erfolgte das Aufsuchen der Stimulationspunkte an beiden Ohren mittels Hautwiderstandsmessung,wobei sich die Akupunkturpunkte nach BISCHKO (16) durch einen verminderten Hautwiderstand von der Umgebung auszeichnen sollen.
Mit einem Hautwiderstandsmeßgerät* werden Punkte auf der Haut mit einem zu ihrer Umgebung verminderten elektrischen Widerstand bestimmt.Dies erfolgt nach vorheriger Desinfektion der Ohrmuschel,denn Schweiß und Fett beeinflussen die Leitfähigkeit der Haut und damit den Hautwiderstand.Mit der Spitze des Meßgerätes gleitet man danach über die von BOURDIOL, KÖNIG und NOGIER (18,79,104) beschriebenen Regionen der Ohrmuschel.Dabei wird bei einer Meßspannung von 2 V ein Gleichstrom durch die Haut geschickt.An einem regulierbaren Vergleichswiderstand entsteht durch den Meßstrom eine Spannung, die beim Erreichen der 1 V-Grenze einen nachgeschalteten Verstärker öffnet.Eine hohe Stromverstärkung von $1x10^6$ bewirkt das Aufleuchten einer Leuchtdiode am Hautwiderstands-

* Neuralstab Svesa 1025,Svesa GmbH,München

meßgerät.Damit wird der gesuchte Punkt signalisiert.Inwieweit die in der Literatur beschriebenen Stimulationspunkte eine spezifische analgetische Wirkung besitzen,bleibt ungeklärt.Die Stimulation dieser Punkte hatte schon bei vielen Unterbaucheingriffen eine zufriedenstellende Analgesie bewirkt.

STIMULATIONSPUNKTE

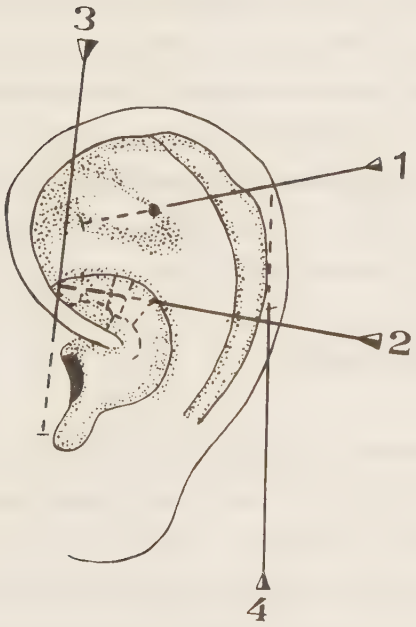
1. Punkt 55 'Chen men' in der fossa triangularis,zwischen crus superior und crus inferior der Anthelix
   Dieser Punkt wird nach KÖNIG und WANCURA (79,148) als wichtigster Punkt des Ohres zur Analgesie angesehen.
2. Punkte 92 bis 95 in der concha superior nach KÖNIG und WANCURA (79,148) für Blase,Prostata,Ureter und Niere
3. Nach NOGIER (104) der abdominelle Meisterpunkt am Tragus für Intestinum und Thorax
4. Nach Angaben von BOURDIOL (18) im mittleren Abschnitt der Helix,der Ort zur Beeinflussung der neurovegetativen Medullarzentren

Als Stimulationselektroden wurden sterile Stahlnadeln von 25mm Länge und einem Durchmesser von 0,4mm verwendet,die in die vorher bestimmten Punkte subcutan eingestochen wurden. Alle Nadeln wurden über einen zwischengeschalteten Zufallsgenerator mit einem stromkonstanten Reizgerät* stimuliert

*Analgesiegerät Svesa 1033,Svesa GmbH,München

mit einer Stromstärke von 15 mA und einer Frequenz von 60 Hz.

Abb. 2 Topographie der Stimulationspunkte auf dem Ohr



Allen Patientinnen wurde vor Beginn der Studie eine dem Anaesthesisten nicht bekannte Randomisierungszahl in einem Couvert zugeteilt.Die verschlossenen Couverts waren im Institut für Chirurgische Forschung von einer unabhängigen Person hergestellt worden.Am Operationstag wurde der Umschlag geöffnet und die angegebene Zahl am Zufallsgenerator eingestellt.Entsprechend der vorher festgelegten Zufallsverteilung erfolgte entweder die Elektrostimulation der Ohrpunkte oder der Impulsstrom wurde vom Zufallsgenerator unterbrochen.Der vom Impulsgerät ausgehende Impulsstrom wurde während der Anwendungsdauer nicht verändert. Irgendwelche Hinweise für das Vorliegen der Elektrostimulation bei den Patientinnen durch etwaige EKG Veränderungen oder Muskelzuckungen ergaben sich nicht.

WEITERFÜHRUNG DER ANAESTHESIE

Die kontrollierte Beatmung erfolgte mit einem Lachgas-Sauerstoff-Gemisch von 2:1 .Beatmet wurde mit einem intermittierenden Beatmungsdruck von 10-20 cm H_2O,bei einer Beatmungsfrequenz von 12/ Minute und einem Atemminutenvolumen von 7-10 Litern. Relaxiert wurde mit Pancuroniumbromid 0,2mg /kg KG nach Bedarf.Kam es nach Stimulationsbeginn nicht zu einem Steady-State der Herzfrequenz und des Blutdruckes,sondern ergaben sich Anstiege der Herzfrequenz um über 25 Schläge gegenüber

dem Kontrollwert und des systolischen Blutdruckes über 20% des Ausgangswertes,als Zeichen einer nicht ausreichenden Analgesie,so erfolgte die Injektion von 0,2 mg Fentanyl.

KRITERIEN ZUR ANALGETIKAGABE

Elektrophysiologische Untersuchungen von KEIDEL und MELZACK (74,101) ergaben,das eine kontinuierliche unterschwellige Stimulation die Schmerzwahrnehmung nicht komplett blockiert, sie aber doch in eine tolerable Empfindung umwandelt.Diese erreichte Hypalgesie ermöglicht dann ein chirurgisches Vorgehen.Für die intraoperativ bestehende Analgesie wurde ein Bewertungsschema verwandt,das 7 Kriterien umfaßt.

-Schmerz subjektiv
-Schmerz objektiv
-Atmung
-Bewegung
-Gesichtsausdruck
-Schwitzen
-Kreislauf

Als ein spezifischer Indikator für ein Nachlassen der Analgesie hat sich der Anstieg der Herzfrequenz erwiesen. Blutdruckanstiege konnten beobachtet werden ,die nicht immer mit einem Nachlassen der Analgesie,sondern mit mangelnder Relaxation erklärt werden konnten.

KRITERIEN DER FENTANYLGABE

Bei Veränderungen der hämodynamischen und der vegetativen Parameter als Zeichen einer nachlassenden Analgesie wurde Fentanyl in einer Dosierung von 0,1-0,2mg i.v. verabreicht. Die Injektion von Fentanyl erfolgte nur,wenn gleichzeitig zwei der nachstehenden Kriterien erfüllt waren und außerdem eine der Veränderungen länger als 3 Minuten bestand.

Tab. 4 Kriterien zur Analgetikagabe

KRITERIEN ZUR FENTANYLGABE

0,1-0,2 mg Fentanyl

HÄMODYNAMIK		VEGETATIVUM
1. Systolischer RR	20%	1. Schwitzen
2. Herzfrequenz	25f/min	2. Tränen
3. MAP	20%	3. Hautrötung
		4. Pupillenveränderung

Die intraoperativ auftretenden Blutverluste von 800-1000 ml wurden mit kolloidalen Lösungen ersetzt,größere Blutverluste

wurden durch Fremdblut substituiert.Die intraoperativ auftretenden Flüssigkeitsverluste und die ausgeschiedene Urinmenge wurde quantitativ durch Elektrolyt-und Glucoselösungen ersetzt.

AUSLEITUNG

Nach erfolgter Hautnaht wurde das Stimulationsgerät ausgeschaltet.Blutungen am Ohr,die durch das Entfernen der Nadeln entstanden,wurden steril abgedeckt.

Tab. 5 Schema der Narkoseausleitung

1. Ausschalten des Impulsstromes
2. Antagonisierung mit Prostigmin^{R} 1,0-2,0 mg i.v. nach vorheriger Atropingabe 0,5mg i.v.
3. O_2-Maske
4. Extubation

Mit einsetzender Spontanatmung wurde mit 1,0-2,0 mg Prostigmin* i.v. und 0,5 mg Prostigmin* i.m. nach vorheriger Gabe von Atropin 0,5-1,0 mg i.v. die Wirkung des Pancuroniums aufgehoben. Bei nicht ausreichender Spontanatmung erfolgte die Gabe von 0,04-0,12 mg Naloxone.
Die Lachgaszufuhr wurde abgestellt und bei ausreichender Spontanatmung wurden die Patientinnen extubiert und in den

Aufwachraum verlegt.

INTRAOPERATIVE MESSUNGEN

I.Hämodynamische Messungen

1. Herzfrequenz (HF)
   (EKG-Monitor,Siemens AG,München)
2. Systolischer,diastolischer und mittlerer arterieller Blutdruck (P_{syst} ,P_{dia} ,MAP)
   (Stathamelemente)

Bestimmungen im arteriellen und zentralvenösen Blut

1. Arterieller und zentralvenöser Sauerstoffgehalt (Lex-O_2-Con Lexington Instruments Company,Lexington Mas/USA)
2. Arterieller pO_2,arterieller pCO_2,pH-Wert im arteriellen Blut (Gas Check AVL),arterielle Sauerstoffsättigung, Standardbicarbonat und Base Excess nach dem Nomogramm von THEWS-HARNONCOURT

Zeitpunkt der Blutentnahmen

1. Kontrollwert,vor Einleitung der Narkose(Patient atmet Raumluft)
2. Eine Stunde nach Operationsbeginn (Patient wurde kontrolliert beatmet mit einem Lachgas-Sauerstoff-Gemisch von 2:1)

3. Nach Extubation des Patienten (Patient atmet spontan)
4. Eine Stunde postoperativ (Spontanatmung im Aufwachraum)

Vegetative Parameter

Registrierung der peripheren und der zentralen Körpertemperatur
Registrierung der Urinausscheidung
Registrierung von Tränen,Schwitzen, Hautrötung und Pupillenveränderungen

Zeitpunkte der Messungen

Kontrollwert C,Nach Einleitung NE ,Operationsbeginn OP ,nach 5,15,30,45,60,75,90,150,180 min zum Operationsende und nach Extubation EX.

Intraoperativer Verbrauch an Narkotika

1. Basisnarkosemittel
2. Analgetika
3. Zusätzlich verbrauchte Medikamente

Subjektive Eindrücke

während der Narkose
Aufwachphase

postoperativ

Wiederholung der Narkose

Postoperativer Medikamentenverbrauch

Die postoperative Betreuung erfolgte über drei Tage. Messungen an den Patientinnen erfolgten in der Aufwachphase, eine Stunde,zwei Stunden,drei Stunden ,24 Stunden,48 Stunden und 72 Stunden postoperativ.

Statistik

Für alle Daten erfolgte die Berechnung des Mittelwertes$^{\pm}$ mittlerer Fehler des Mittelwertes (SEM).Die statistische Prüfung der Ergebnisse erfolgte mittels Student-t Test.

C. ERGEBNISSE

I.Veränderungen hämodynamischer Parameter

Die hämodynamischen Veränderungen wurden kontinuierlich registriert.Innerhalb der beiden Gruppen ergaben sich für HF,MAP und Blutdruck nur geringe Unterschiede in den Kontrollwerten.Die erfolgte Prämedikation und die Kanülierung der Gefäße erzeugte keine signifikanten Veränderungen der Herzfrequenz und des MAP.

Das Verhalten der Herzfrequenz,des systolischen und des diastolischen Blutdruckes und des arteriellen Mitteldruckes (MAP) ist aus der nachstehenden Abbildung ersichtlich.

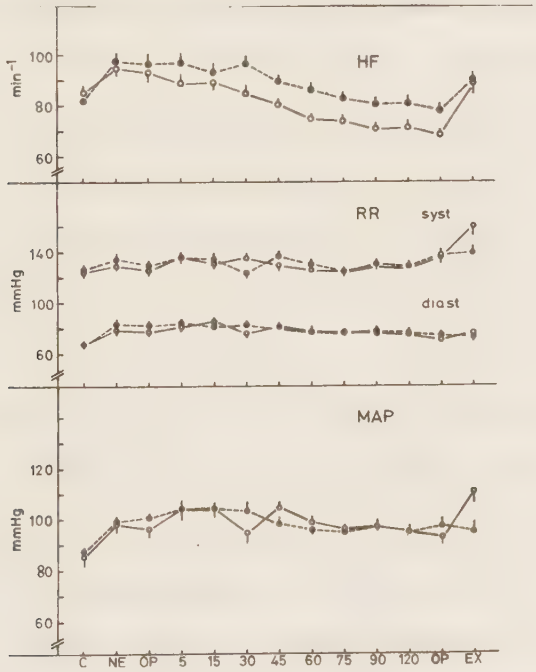


Abb. 3 Verhalten von Herzfrequenz(HF) und arteriellem Blutdruck(RR)(syst.,diast.)und mittlerer arterieller Druck (MAP) unter Elektrostimulationsanalgesie und Neuroleptanalgesie ($\bar{x}\pm$SEM; $n_{ESA}=17, n_{NLA}=13$)

ESA-Gruppe: unterbrochene Linien

NLA-Gruppe: durchgezogene Linien

C= Kontrolle,NE=Nach Narkoseeinleitung.OP=Operationsende, EX=Nach Extubation

Entsprechend der Aktivierung des sympathikoadrenalen Systems ergaben sich während der Einleitungsphase ausgeprägte hämodynamische Veränderungen.Nach der Intubation erfolgte in der Elektrostimulationsgruppe ein Anstieg der Herzfrequenz auf 97,3$\pm$ 3,3 gegenüber dem Kontrollwert,in der NLA-Gruppe auf 94,7$\pm$ 3,8 gegenüber dem Ausgangswert.Zum Operationsbeginn war die Herzfrequenz in beiden Gruppen noch leicht erhöht,in der Elektrostimulationsgruppe lag sie noch 15%,in der NLA-Gruppe noch 12% über dem Kontrollwert.
Die Herzfrequenz erreichte die Kontrollwerte in der NLA-Gruppe 30 min nach Operationsbeginn,in der Elektrostimulationsgruppe wurde der Kontrollwert erst nach 75 min erreicht.Von diesem Zeitpunkt an erfolgte ein kontinuierlicher Abfall der Herzfrequenz in beiden Gruppen bis zum Operationsende.
Signifikante Veränderungen ergaben sich erst gegen Ende der Operation.Innerhalb der NLA-Gruppe ergab sich ein Abfall der Herzfrequenz auf 68,1$\pm$2,4 (21%) gegenüber dem Kontrollwert,während in der Elektrostimulationsgruppe die Herzfrequenz 3% unter dem Kontrollwert lag.Nach erfolgter Extubation steigen die Herzfrequenzen in der NLA-Gruppe um 7,5% in der Elektrostimulationsgruppe um 10% gegenüber dem Kontrollwert an.Die zum Operationsende auftretende Bradycardie ist Ausdruck einer Fentanylbedingten cholinergen Stimulation.

Zu Beginn der Operation lag der MAP mit 96,5±3,4 mmHg in der NLA-Gruppe 14% über dem Kontrollwert.Fünf Minuten nach Operationsbeginn wurde in beiden Gruppen mit 104 mmHg der höchste Wert erreicht.15 Minuten nach Operationsbeginn betrug der MAP in der NLA-Gruppe noch 104,5 mmHg (22% über dem Kontrollwert).während er in der Elektrostimulationsgruppe mit 15% über dem Ausgangswert ebenfalls noch signifikant erhöht war.

30 Minuten nach Operationsbeginn war ein deutlicher Abfall des MAP innerhalb der NLA-Gruppe zu verzeichnen.Mit 94,8mmHg lag er aber immer noch 11% über dem Ausgangswert,innerhalb der Elektrostimulationsgruppe betrug der MAP 103,5 mmHg (18% über dem Kontrollwert).Von diesen Zeitpunkten an erfolgte ein kontinuierlicher Abfall des MAP in beiden Gruppen bis zum Operationsende.Als Ursache des Abfalls des MAP in der NLA-Gruppe nach 30 Minuten ist die durch Fentanyl bedingte periphere Vasodilatation anzusehen.

Signifikante Unterschiede ergaben sich nach Extubation in der NLA-Gruppe;dort erfolgte ein Anstieg des MAP auf 111,0mmHg (30% über dem Kontrollwert),in der Elektrostimulationsgruppe kam es zu einem Anstieg auf 95,0 mmHg(8% gegenüber dem Kontrollwert).Der signifikante Anstieg des MAP ist wahrscheinlich auf den positiv inotropen Effekt des Fentanylantagonisten Naloxone zurückzuführen.

INTRAOPERATIVER VERBRAUCH AN NARKOSEMITTELN

Der Verbrauch an Basisnarkosemitteln ist aus nachstehender Tabelle ersichtlich:

MEDIKAMENTOSE BASISNARKOSE

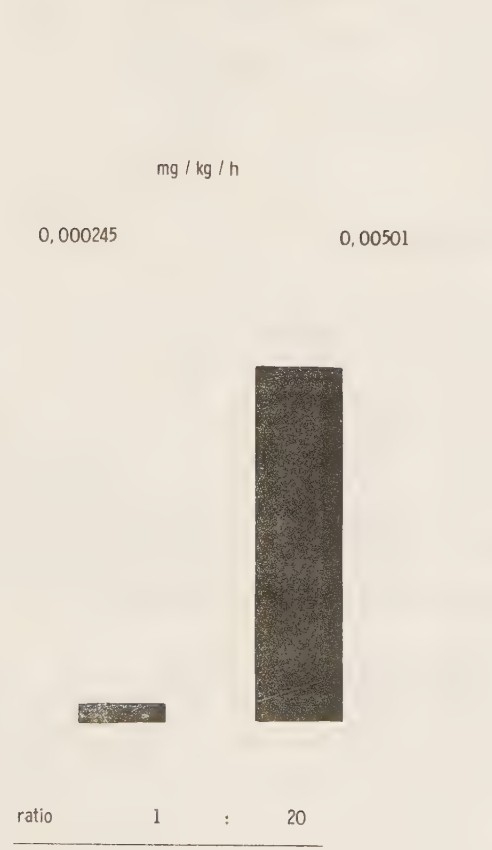
VERBRAUCH IN MG/KG/H

ANAESTHETIKA	NLA-GRUPPE	ESA-GRUPPE
VALIUM	0,11	0,12
THIOPENTAL	1,80	1,99
PANCURONIUM	0,0634	0,0664
$N_2O : O_2$	2:1	2:1
FENTANYL	0,00501	0,000245

Tab. 6 Intraoperativer Verbrauch an Basisnarkosemitteln der Patientinnen mit Neuroleptanalgesie(n=13) und mit Elektrostimulationsanalgesie (n=17)

In der nachstehenden Abbildung ist die Einsparung an Analgetika (Fentanyl) innerhalb der Elektrostimulationsgruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe wiedergegeben.

Abb. 4 Verbrauch von Fentanyl in mg/kg/h während Elektrostimulationsanalgesie und Neuroleptanalgesie



Die Zeitintervalle zwischen den einzelnen Fentanylgaben in der NLA-Gruppe betrugen:

Operationsbeginn	bis	1.Fentanylgabe	= T_1	6 min
1.Fentanylgabe	"	2.Fentanylgabe	= T_2	13 min
2.Fentanylgabe	"	3.Fentanylgabe	= T_3	26 min
3.Fentanylgabe	"	4.Fentanylgabe	= T_4	29 min
4.Fentanylgabe	"	5.Fentanylgabe	= T_5	54 min

Elektrostimulationsgruppe

In der Elektrostimulationsgruppe mußten bei 4/17 Patientinnen (23%) je 0,2mg Fentanyl innerhalb der ersten 30 min nach Operationsbeginn gegeben werden.Es bestand zu Operationsbeginn eine erhebliche Unsicherheit bezüglich des Einsetzens der Wirkung der Elektrostimulation.Die Analgetikagabe erfolgte in 2 Fällen 5 min nach Stimulationsbeginn, in den beiden anderen Fällen 30 Minuten nach Operationsbeginn.

In Tabelle 7 ist der intraoperative Verbrauch an Analgetika (Fentanyl) der Patientinnen mit Neuroleptanalgesie(n=13) wiedergegeben.

Tab. 7 Intraoperativer Verbrauch an Analgetika (Fentanyl) der Patientinnen mit Neuroleptanalgesie(n=13)

		Minimum	Maximum	Mittel
Operationsdauer	min	98	255	179
Fentanylgaben (intraoperativ)	mg/Pat	0,2	1,5	0,9

Fentanyldosis
Intraoperativ: 0,93 mg/Pat

In der folgenden Tabelle ist die durchschnittlich verbrauchte Menge an Anaesthetika aufgeführt.

ANAESTHETIKA	ESA-GRUPPE	NLA-GRUPPE
Valium	23,4	20,9
Thiopental	389	334
Pancuronium	12,7	11,7
Fentanyl	0,04	0,93

mg/Patient

Tab 8 Intraoperativer Verbrauch an Anaesthetika in mg/Patient,der Patientinnen mit Elektrostimulationsanalgesie (n=17)und mit Neuroleptanalgesie (n=13)

NLA-Gruppe

Den 13 Patientinnen der NLA-Gruppe wurden insgesamt 12,1mg Fentanyl während der Operation verabreicht.Das ergibt eien Mittelwert von 0,93 mg Fentanyl/Patient,bei einer mittleeren Operationsdauer von $179^{+}_{-}16$ min.

ESA-Gruppe

Den 17 Patientinnen der ESA-Gruppe wurden insgesamt 0,8 mg Fentanyl gegeben,entsprechend 0,04 mg/Patient,bei einer mittleren Operationsdauer von $185^{+}_{-}11,2$ min.

VERBRAUCH AN RELAXATIONSMITTEL

1.Succinylcholin

Der Verbrauch von Succinylcholin lag bei beiden Gruppen entsprechend dem Einleitungsschema bei 1mg/kg/KG.
Die Höchstdosis betrug 80 mg / Patient.

2.Pancuroniumbromid

In der nachstehenden Tabelle sind die Mengen an Relaxationsmitteln in der ESA-Gruppe zusammengefaßt.

Tab. 9 Relaxierung mit Pancuroniumbromid in der Elektrostimulationsgruppe (n=17)

		Minimum	Maximum	Mittel
Pancuroniumbromid				
1) Einleitungsdosen	mg			
Intubationsdosis	mg	1,0	1,0	1,0
Initialdosis	mg	4,0	7,0	5,4
2) Nachrelaxierungsdosen	mg	3,0	11,0	6,2
Operationszeiten	min	115	265	185
Körpergewicht	kg	48	81	62

Nach dem Einleitungsschema wurde zur Intubation 1 mg Pancuronium vorab gegeben.Die Nachrelaxierungsdosen ergaben sich aus dem Gewicht der Patientinnen,der Operationsdauer und den individuellen Gegebenheiten während der Anaesthesie. Der intraoperative Verbrauch lag pro Patient im Mittel bei 12,7 mg,entsprechend einem mittleren Verbrauch von 0,20mg/kg/KG.

Die Relaxierungsdosen der Patientinnen der NLA-Gruppe sind in Tabelle 10 zusammengefaßt.

Tab. 10 Relaxierung mit Pancuroniumbromid in der NLA-Gruppe (n=13)

		Minimum	Maximum	Mittel
Pancuroniumbromid				
1) Einleitungsdosen	mg			
Intubationsdosis	mg	1,0	1,0	1,0
Initialdosis	mg	4,0	7,0	5,3
2) Nachrelaxierungs-dosen	mg	3,0	9,0	5,4
Operationszeiten	min	98	285	179
Körpergewicht	kg	50	83	62

Innerhalb der NlA-Gruppe betrug der mittlere Verbrauch an Pancuroniumbromid 11,7 mg/Patient,entsprechend einem Verbrauch von 0,18mg/kg/KG.Die Relaxierungsdosen der Patientinnen der ESA-Gruppe und in der NLA-Gruppe können als annähernd gleich betrachtet werden.

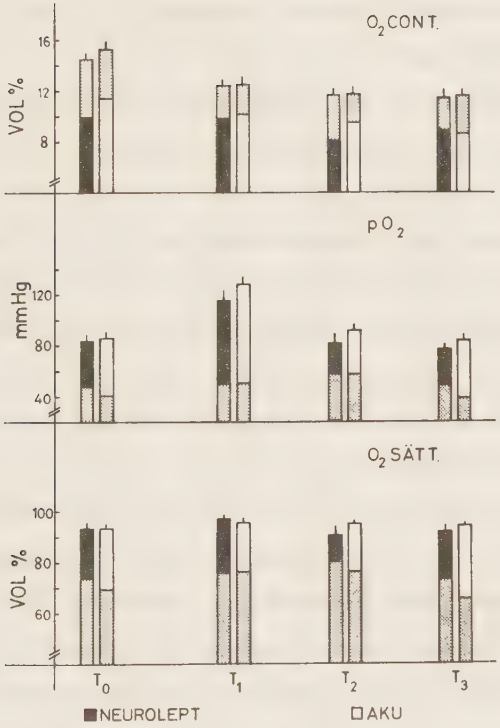


Abb. 5 Veränderungen des arteriellen und zentralvenösen Sauerstoffgehaltes, der arteriovenösen Sauerstoffgehaltsdifferenz($AVDO_2$), des arteriellen Sauerstoffpartialdruck pO_2 und der arteriellen Sauerstoffsättigung(O_2SÄTT) unter Elektrostimulationsanalgesie(n=17) und Neuroleptanalgesie (n=13). ($\bar{x} \pm$ SEM)

NLA-Gruppe :schwarze Säulen

ESA-Gruppe :weiße Säulen

venöser O_2-Gehalt -NLA:schwarze Säulen

venöser O_2-Gehalt -ESA:weiße Säulen

venöser pO_2 und venöse Sättigung : gerasterte Felder

T_0=präoperativ,T_1= 1Std.nach Operationsbeginn,T_2=Operationsende

T_3=1 Std.nach Operationsende

In Abb. 5 sind die Veränderungen des arteriellen und des zentralvenösen Sauerstoffgehaltes und der Sauerstoffsättigung für die ESA-Gruppe und in der NLA-Gruppe dargestellt.

Von annähernd gleichen Ausgangswerten steigt der arterielle pO_2infolge der maschiniellen Beatmung und der damit erhöhten inspiratorischen Sauerstoffkonzentration auf 113,8 mmHg in der NLA-Gruppe gegenüber 128,0 mmHg in der Elektrostimulationsan.Zum Operationsende wird innerhalb der NLA-Gruppe der Ausgangswert noch nicht erreicht,die aktuellen Werte liegen auch eine Stunde nach Operationsende noch unter den Kontrollwerten.Der arterielle pO_2liegt in der ESA-Gruppe zum Operationsende geringfügig über dem Ausgangswert und erreicht den Ausgangsbereich erst eine Stunde postoperativ.Ähnlich verhält sich die Sauerstoffsättigung;der Kontrollwert wird zum Operationsende in der NLA-Gruppe unterschritten;die aktuellen Werte bleiben auch eine Stunde postoperativ unter dem Ausgangswert.In der ESA-Gruppe ist die Sauerstoffsättigung immer über den Kontrollwert erhöht.Der venöse pO_2liegt in der ESA-Gruppe eine Stunde postoperativ gering unter dem

Ausgangswert.Die arterio-zentralvenöse Sauerstoffgehaltsdifferenz in Vol% zeigt intraoperativ in beiden Gruppen annähernd gleiche Veränderungen.der arterielle O_2-Gehalt nimmt innerhalb der ersten Stunde ab;bei konstanten venösen O_2-Gehalt sinkt die $AVDO_2$ in der NLA-Gruppe um 42% ab,in der ESA-Gruppe um 39% gegenüber dem Kontrollwert.Bedingt durch den intraoperativen Blutverlust sinkt der O_2-Gehalt im arteriellen Vollblut in beiden Gruppen annähernd gleich bis zum Operationsende auf Werte von $11,7\pm0,5$ ab.Die Abnahme des arteriellen O_2-Gehaltes verstärkt sich eine Stunde postoperativ noch in beiden Gruppen und erreicht mit $11,47\pm0,59$ in der NLA-Gruppe und mit $11,65\pm0,58$ in der ESA-Gruppe ihren niedrigsten Wert.Entsprechend fällt in der Elektrostimulationsgruppe der zentralvenöse O_2-Gehalt bis zum Operationsende ab und liegt postoperativ 24 % unter dem Ausgangswert.Innerhalb der NLA-Gruppe kommt es zum Operationsende zu einem Abfall um 19 %,eine Stunde postoperativ liegt der zentralvenöse O_2-Gehalt mit 8,86 Vol % noch um 11 % unter dem Kontrollwert.

Entsprechend kam es in der NLA-Gruppe nur zu einem Abfall der $AVDO_2$ zum Operationsende um 20 % gegenüber einem 43 % Abfall in der ESA-Gruppe.In der NLA-Gruppe wurde der niedrigste Wert eine Stunde postoperativ erreicht.Mit 2,61 lag er 42 % unter dem Kontrollwert,während in der Elektrostimulationsgruppe die $AVDO_2$mit 2,98 noch 24 % unter dem Kontrollwert lag.

Die Veränderungen von pH, pCO_2 und Standardbikarbonat sind in Abbildung 6 wiedergegeben.

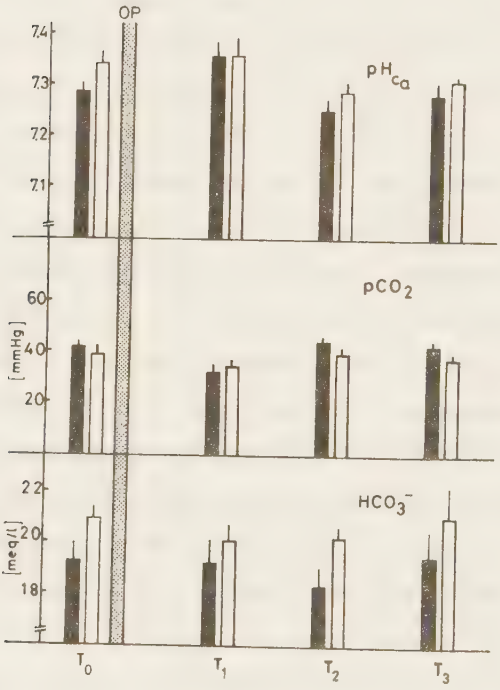


Abb. 6 Veränderungen von pH im arteriellen Blut, Standardbikarbonat(HCO_3^-) und arteriellem CO_2-Partialdruck(pCO_2) während Elektrostimulationsanalgesie und Neuroleptanalgesie wiedergegeben ($\bar{x}^{\pm}$ SEM)

Neurolept-Gruppe : schwarze Säulen

Elektrostimulationsanaesthesie: weiße Säulen

Der mittlere Ausgangswert des pH Wert im arteriellen Blut liegt in der NLA-Gruppe mit 7,28 deutlich im azidotischen Bereich.Die maschinielle Beatmung und die mäßige Hyperventilation führt zu einem Anstieg des pH um 0,07 pH-Einheiten. Mit zunehmender Narkosedauer kommt es zu einem Abfall des pH;er unterschreitet mit 0,03 pH Einheiten zum Operationsende den Kontrollwert. Postoperativ werden die Ausgangswerte wieder erreicht.

In der Elektrostimulationsgruppe liegt der Ausgangswert des pH Wertes bei 7,34.Bis zum Operationsende kommt es zu einem Abfall des pH,im Mittel um 0,03 pH-Einheiten. Postoperativ bleibt die Tendenz zur Azidose bestehen.Bedingt durch die maschinielle Beatmung und die mäßige Hyperventilationliegt der pCO_2in beiden Gruppen bei 30mmHg,während nach Extubation im Vergleich zu den Ausgangswerten nahezu keine Veränderungen zu finden sind.

In der NLA-Gruppe fällt der Base Excess während der Operation von -6,0 meq/l auf -7,3 meq/l ab.Postoperativ bleibt der BE weiter im azidotischen Bereich.

Der Base Excess fällt in der ESA-Gruppe von -3,8 meq/l in der Kontrollperiode um -1,6 meq/l weiter ab.Postoperativ ist der BE auch in der ESA-Gruppe weit in den azidotischen Bereich hinein verschoben.

Die Standardbikarbonatkonzentration beträgt zum Zeitpunkt der Kontrollmessung in der NLA-Gruppe 19,3 mval/l,in der

ESA-Gruppe 21,0 mval/l.Bis zum Operationsende fällt in beiden Gruppen die Standardbikarbonatkonzentration um 1mval/l ab.Postoperativ werden in beiden Gruppen die Ausgangswerte erreicht.

VERÄNDERUNGEN DER VEGETATIVEN PARAMETER

In Tabelle 11 sind die klinisch objektivierbaren intraoperativen Parameter dargestellt.

	NLA-Gruppe n=13		ESA-Gruppe n=17	
TRÄNEN				
Anzahl der Patientinnen	13	100%	12	70,5%
SCHWITZEN				
Anzahl der Patientinnen	3	23%	-	-
HAUTRÖTUNG				
Anzahl der Patientinnen	8	61,5%	2	11,7%

Tab. 11 Auftreten von Tränen,Schwitzen und Haurötung während Elektrostimulationsanaesthesie (n=17) und Neuroleptanalgesie (n=13)

Die Kontrollwerte des zentralvenösen Druckes liegen in der NLA-Gruppe bei 5,3 cm H_2O,in der ESA-Gruppe bei 7,1 cm H_2O. Mit Beginn der Infusionstherapie steigt der ZVD in beiden Gruppen signifikant an.Er liegt intraoperativ,bedingt durch die maschinielle Beatmung 3-5 cm H_2O über dem Kontrollwert. Die intraoperativen Blutverluste von 800-1100ml wurden durch Kolloidlösungen ausgeglichen.Überstieg der Blutverlust 800ml, wurde Fremdblut transfundiert.

URINAUSSCHEIDUNG

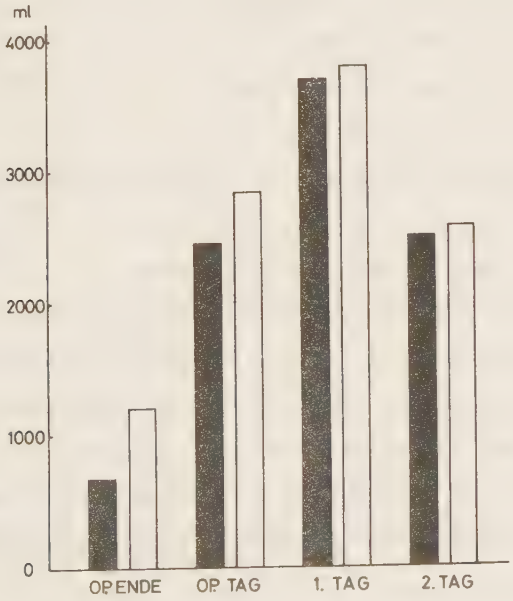


Abb.7 Intra-und postoperative Urinausscheidung in derNLA-Gruppe(schwarze Säulen) und in der ESA-Gruppe(weiße Säulen)

POSTOPERATIVER VERLAUF

Bei den Patientinnen mit Elektrostimulationsanalgesie bestand bei 16/17 eine komplette Amnesie über den Zeitraum der Operation.
Eine Patientin berichtete über intraoperative Gehörseindrücke.13/17 Patientinnen hatten in der Elektrostimulationsgruppe eine angenehme Erinnerung an das Narkoseereignis.
4/17 Patientinnen hatten eine unangenehme Erinnerung,die teils auf die unangenehmen Sinneseindrücke bei der Einleitung zurückzuführen waren.Trotzdem wollten sich 16/17 Patientinnen wieder dem gleichen Verfahren unterziehen.
Innerhalb der NLA-Gruppe bestand bei allen Patientinnen eine komplette Amnesie während der Operation.10/13 Patientinnen hatten eine angenehme Erinnerung an das Narkoseereignis.
Mit einer Wiederholung der gleichen Narkose waren in der NLA-Gruppe alle Patientinnen einverstanden.
Auffallend war in der Elektrostimulationsgruppe das rasche Aufwachen der Patientinnen und die schnellere Ansprechbarkeit,diese Eindrücke sind aber nur schwer objektivierbar.
In Tabelle 12 sind die objektivierbaren Symptome wiedergegeben.Auffallend ist die geringere Häufigkeit von Übelkeit und Erbrechen innerhalb der ESA-Gruppe in den ersten 6 Stunden post operationem.
Der Zeitpunkt des ersten Auftretens von Schmerzen wird nach HENSCHEL (61) vom Anaesthesieverfahren und den dabei

verwendeten Pharmaka bestimmt.

Tab. 12 Postoperatives Autreten von Schwitzen, Übelkeit und Erbrechen in der NLA-Gruppe (n=13) und innerhalb der ESA-Gruppe(n=17).Angegeben ist die Anzahl die Anzahl der Patientinnen pro Gruppe

Zeitpunkt	6 Std	24 Std	48 Std
NLA-GRUPPE			
Schwitzen	1	-	-
Übelkeit	3	-	-
Erbrechen	5	-	-
ESA-GRUPPE			
Schwitzen	-	-	-
Übelkeit	1	-	1
Erbrechen	1	-	-

In Tabelle 13 sind die zeitlichen Intervalle zwischen den einzelnen Schmerzmittelgaben aufgeführt.

SCHMERZFREIE INTERVALLE min	T_1	T_2	T_3
ESA-GRUPPE	247	557	831
NLA-GRUPPE	291	374	685

T_1=schmerzfreies Intervall zwischen Operationsende und der ersten Schmerzmittelgabe.

T_2=schmerzfreiese Intervall zwischen der ersten Schmerzmittelgabe und der zweiten Gabe.

T_3=schmerzfreies Intervall zwischen der zweiten und der dritten Schmerzmittelgabe.

Die prozentuale Verteilung der Analgetikadosierung innerhalb der einzelnen Gruppen ist in Tabelle 14 aufgeführt.

Tab. 14 Prozentuale Verteilung der Analgetikadosierung in der Elektrostimulationsgruppe und der Neuroleptgruppe.

Zeitpunkt	T_1	T_2	T_3
ESA-GRUPPE	100%	89%	75%
NLA-GRUPPE	93%	85%	70%

Die Zeitpunkte T_1,T_2,T_3sind in Tabelle 13 erklärt.

Der mittlere Verbrauch an synthetischen Opiaten innerhalb der ersten drei postoperativen Tage ,umgerechnet auf die analgetische Potenz der Einzeldosis von Morphin in Equipotenzen ergab keinen signifikanten Unterschied zu den beiden Gruppen.

Tab.15 Postoperativer Schmerzmittelverbrauch (Synthetische Opiate,Pentazocin* ,Pethidin**) in Equipotenzen.

Zeitpunkt	ESA-GRUPPE	NLA-GRUPPE
1.Tag		
mg/Patient	48,5	45,0
mg/kg/KG	0,78	0,72
2.Tag		
mg/Patient	33,o	43,8
mg/kg/KG	0,53	0,70
3.Tag		
mg/Patient	19,1	25,3
mg/kg/KG	0,31	0,40

* Fortral^{R}, Winthrop GmbH,Frankfurt a.M.

**Dolantin^{R},Höchst AG,Frankfurt a.M.

D. DISKUSSION

Die Anforderungen,die an ein schonendes Narkoseverfahren gestellt werden ,liegen in einer minimalen Beeinflussung der Regulationsmöglichkeiten des Patienten.Den unbestreitbaren Vorteilen der intravenösen Anaesthesie,der großen psychischen Schonung des Patienten,der ruhigen Einschlafphase,dem Fehlen der Excitation und dem angenehmen Erwachen kann ein wesentlicher Nachteil entgegengehalten werden,die eingeschränkte Steuerbarkeit.

Die Dauer und die Tiefe der Narkose hängen im wesentlichen von der Menge der verwendeten Pharmaka ab.Gefahren für den Patienten ergeben sich aus einer überschießenden sympathikotonen Reaktion,die zu einem bedenklichen Anstieg der Herzfrequenz und des arteriellen Druckes führen können.

Die während der Narkose auftretenden Komplikationen sind ursächlich bedingt,durch die direkte Wirkung der dabei verwendeten Pharmaka.Leber-und Nierentoxicität wurden als mögliche Nebenwirkungen beschrieben.Die Nebenwirkungen,die am schwersten wiegen,sind die Atemdepression und die negative Beeinflussung des kardiovaskulären Systems. Nach BERGMANN und GOLDSTEIN (14,50) müssen diesen Nebenwirkungen,neben einer relativen Überdosierung die meisten Zwischenfälle in der Anaesthesie zur Last gelegt werden.

Ausgehend von der Tatsache,daß nach KREBS et al.(81) jedes Anaesthetikum eine negativ inotrope Wirkung besitzt,erscheint es sinnvoll,die Zahl und die Menge der kardiodepressiven Anaesthetika zu reduzieren.Ihre negative Wirkung kann dabei zum Teil durch die stimulierende Wirkung auf den Sympathikotonus aufgehoben werden.Schwierigkeiten ergeben sich aus der blockierenden Wirkung auf das sympathoadrenerge System,die sich in einer Einschränkung der direkten Regulationsmöglichkeiten des Patienten zeigen.
Von einem schonenden Narkoseverfahren wird deshalb erwartet, daß es die Reflexe und die überschießenden Reaktionen, die durch Schmerzen und durch andere Wahrnehmungen hervorgerufen werden unterdrückt.Die pharmakologische Depression des kardiovaskulären Systems sollte dabei dem Risiko des chirurgischen Eingriffes gegenübergestellt werden.

Die von der Wiener Schule entwickelte Zwei-Stufen Akupunkturanalgesie wird mit geringen Modifikationen bei verschiedenen operativen Eingriffen verwendet.Es liegen heute Berichte über den Gebrauch dieses Anaesthesieverfahrens in verschiedensten operativen Disziplinen vor, so in der Herz-und Thoraxchirurgie (10,21,62,64,80,108) in der Abdominalchirurgie (10,31,52,91) in der Urologie (31,65,91) und in der Gynäkologie (52,55,106).Dieses Verfahren scheint bei den Eingriffen am Körperstamm erfolg-

versprechend anwendbar zu sein,weniger bei Knochenchirurgischen Eingriffen(52).
Die von diesen Autoren hervorgehobenen Vorteile liegen in einem verminderten Bedarf an Analgetika und den entsprechend verringerten oder gänzlich fehlenden Nebenwirkungen der eingesparten Analgetika.Als weitere Vorteile werden von verschiedenen Autoren die stabilen Kreislaufverhältnisse während der Narkose,das rasche postoperative Erwachen,das Fehlen einer postnarkotischen Atemdepression und eine anhaltende postoperative Hypalgesie beschrieben (7,9,31).

Den von vielen Autoren hervorgehobenen Wirkungsvorteilen stehen Nachteile gegenüber,die es fraglich erscheinen lassen, ob dieses Verfahren je einen festen Platz unter den herkömmlichen Narkosetechniken einnehmen wird,oder nur bei Risikopatienten mit eingeschränkten Organfunktionen gezielt eingesetzt werden kann.
Die Forderungen,die an ein Narkoseverfahren gestellt werden, liegen in der praktischen Durchführbarkeit,der therapeutischen Breite und der Dosis-Wirkungsbeziehung der verwendeten Pharmaka.Unsicherheit besteht bei fast allen Autoren (7,10, 54,65,74,101,108,116)in der Beurteilung der erreichten Analgesietiefe,so daß man nach BENZER GRABOW MELZACK PAUSER eher von einer Hypalgesie sprechen sollte.Weiterhin herrscht Unklarheit über den möglichen Wirkungsmechanismus (4,9,32, (52,55,58,65,74,109,113,118,133).Die Art und die Größenordnung

der angewandten Impulsströme werden jedoch sehr unterschiedlich gewählt,wobei nur in wenigen Arbeiten mit Sorgfalt die angewandten Elektroimpulse beschrieben werden.
Auch fehlen Untersuchungen über die optimale Wahl und die Kombination als besonders wirksam erachteter Punkte.Ebenso unklar bleibt bei der Elektrostimulationsanalgesie ob für den erfolgreichen Einsatz der Methode zwingend die Elektrostimulation an klassischen Akupunkturpunkten vorgenommen werden muß oder nach PAUSER et al.(108) darauf verzichtet werden kann.Nachdenklich stimmt die Tatsache,daß für jeweils die gleichen Operationen an verschiedenen Zentren unterschiedliche Punktekombinationen und Stimulationsfrequenzen verwendet werden,wobei es für den Vorzug des einen oder anderen Verfahrens keine wissenschaftliche Begründung gibt.
Unberücksichtigt bleibt bei fast allen Untersuchungen,welche Wertigkeit die einzelnen Faktoren,Prämedikation,Narkoseeinleitung,Lachgas-Sauerstoffbeatmung und Relaxation auf Die Effektivität dieses Verfahren besitzen.
Die ungenügende Reproduzierbarkeit stellt dieses Anaesthesieverfahren in Frage;da es kein einheitliches methodisches Vorgehen gibt,sind auch die von den verschiedenen Arbeitsgruppen gewonnenen Erfahrungen in ihrer Aussagekraft sehr widersprüchlich.Aus den in der Literatur vorhandenen Angaben konnte eine chronologische Übersicht über die verschiedenen Formen der Elektrostimulationsanalgesie erstellt werden.

	AUTOR	OPERATION	PATIENTENZAHL	PRAEMEDIKATION	EINLEITUNG	ELEKTROSTIMULATION	WEITERFUEHRUNG	KRITERIEN ZUR ANALGETIKAGABE
1979	ABDELLA et al.	Netzhaut Glaskoerper	65	200mg Heptabarbital 50mg Promethazin 1-2ml Thalamonal 0,5mg Atropin	2mg Alloferin 160-230mg Thiopental	Dermatome Trigeminus I.II C3,C4,Stimulationsgroessen: 60V,10mA, 30Hz	N_2O/O_2 1:1	nicht naeher beschrieben
1979	BAUR et al.	Knochen chirurgie	30	Tranquilizer, 0,025mg/kg Thalamonal,0,5mg Atropin	1,0-1,5mg/kg Methocarbamol 2mg Pancuronium Succinyl Thiopental, Valium Alloferin	Ohrpunkte:100 55,33,29 Stimulationsgroessen: 30mA,8-15 Hz	N_2O/O_2 3:3 Ethrane0,5-1,5 Vol%	tolerierte Kreislaufveraenderungen bis zu 20% gegenueber dem Ausgangswert
1975	BENZER et al.	Tonsillektomie Cervix offenen Herzen Hernien Laparatomien Sectio	23 22 17 9 2 1	Thalamonal, 0,5mg Atropin		Ohrpunkte:55,31,26, Koerperpunkte:D_4,H_{11},H_{36},M_{44} Stimulationsgroessen: 2-10V 2-10mA,8-10 Hz	N_2O/O_2 1:1	vor Hautschnitt 25-50mg Pethidin
1976	DOERICKE et al.	Abdominal-chirurgische Eingriffe	107	5-10mg Diazepam 0,5mg Atropin	15mg Etomidate, 0,2mg FENTANYL 5-7mg Pancuroniu1m	Ohrpunkte:55,31,26 Koerperpunkte,Stimulationsgroessen 40mA,10-15 Hz	N_2O/O_2 4:3	nicht naeher beschrieben
1979	FISCHER et al.	Urologie Laparatomien allgemein chirurgische Struma Varizen	17 70 59 75 54	10mg Valium 1-1,5ml Thalamonal 0,5mg Atropin	200-400mg Hexobarbital,0,1mg/kg Pancuronium.	Ohrpunkte:55,51,39,21,Koerperpunkte:H_{10},M_{36},G_{26},Stimulationsgroessen:30mA,15Hz	N_2O/O_2	bei RR und HF Anstieg Gabe von 0,1-0,2mg Fentanyl
1977	GLOECKNER et al.	Abdominal-chirurgische Eingriffe	20	1-2ml Thalamonal 0,5mg Atropin	30-50mg Brevimytal Succinyl,Alloferin 0,1-0,3mg FENTANYL	Ohrpunkte:55,31,26 Koerperpunkte Stimulationsgroessen:40mA,10-15Hz	N_2O/O_2 2,8:1,2	nicht naeher beschrieben
1976	GRABOW et al.	Strumektomie Thorakotomie Cholecystektomie Laparatomien Hysterektomie Sectio	85 16 21 20 12 6	50-100mg Pethidin 10mg Diazepam 0,5mg Bellafolin	3mg/kg Thiopental 1mg/kg Succinyl 0,1mg/kg Alloferin	Ohrpunkte:65,26,42,58,Koerperpunkte:$D_4,MP_{20},MA_{10},E_9,H_1$ Stimulationsgroessen: 50-90V,8-10 Hz	N_2O/O_2 3:2	nicht naeher beschrieben
1976	HERGET et al.	offenen Herzen Urologie allgemein chirurgische Eingriffe	131 72 41	1-2ml Thalamonal 0,5mg Bellafolin	100-300mg Thiopental 1mg/kg Succinyl 5-8mg Alloferin	Ohrpunkte:55,20,17,Koerperpunkte: E_3,E_{10},M_HM_{10},D_4,Stimulationsgroessen: 90 V,5-8 Hz	N_2O/O_2 2:1 Halothan 0,2-0,5 Vol%	RR und HF Anstiege Gabe von Fentanyl
1977	PONGRATZ et al.	offenen Herzen	552	10mg Valium 0,2mg/kg Morphin 2mg/kg Nembutal	Thiopental 1,0g/kg Succinyl 1,2mg Pancuronium	Ohrpunkte:55,51,95,100,101. Koerperpunkte:D_4,H_{10},M_{28},D_4 Stimulationsgroessen:90V,8-15Hz	N_2O/O_2 1:1 Ethrane 0,4-0,7Vol%	nicht naher beschrieben
1979	SCHYER et al.	Hysterektomien	68	0,5mg Flunitrazepam 0,5mg Atropin	5-10mg Etomidate 0,5mg Flunitrazepam 0,1mg/kg Pancuronium	Ohrpunkte:55,58,82,Koerperpunkte: $H_{10},M18,M_{28}$,Stimulationsgroessen: 10mA,10Hz	N_2O/O_2 70:30	RR systol. groesser als 130mmHg und HF groesser als 150 /min Gabe von 0,1mg Fentanyl
1980	VOLKSDORF et al	Cholecystektomie	26	10mg Diazepam 1,5 2ml Thalamonal 0,5mg Atropin	5mg/kg Thiopental 2mg Alloferin 1mg/kg Succinyl	Ohrpunkte:55 51,95,100 >timulationsgroessen:10-20mA,60Hz	N_2O/O_2 2:1	bei Anstieg von Blutdruck und H uber 20% gegenueber dem Ausgangswert,Gabe von 0,1mg Fentanyl und 1,5mg DHB

Tab. 16 Literaturübersicht über die verschiedenen Formen der Elektrostimulationsanaesthesie

Die von verschiedenen Autoren praktizierte Elektrostimulationsanaesthesie leitet sich von der in China entwickelten Akupunkturanalgesie ab (17,93,98,134).

Die kombinierte Anwendung der konventionellen Narkoseeinleitung mit nachfolgender Anwendung der Akupunkturanalgesie wurde erstmals 1972 von BENZER et al.(10) eingeführt.Sie wird fast von allen Arbeitsgruppen mit geringen Modifikationen angewandt (1,7,9,10,27,31,44,48,52,62,91,105,109,117,125,132). Nach diesem Schema gibt die Wiener Arbeitsgruppe bei 102 Operationen eine Erfolgsquote von 64% an,wobei nach PAUSER et al.(108) die Art der durchgeführten Operationen entscheidend den Erfolg der Methode bestimmt.

Die Patienten wurden mit Thalamonal prämediziert,die Einleitung der Narkose erfolgte mit Dehydrobenzperidol (1,0mg-1,5 mg/10kg/KG) und einer Einschlafdosis von Thiopental oder Diazepam.Nach der Gabe von Succinylcholin erfolgte die Intubation der Patienten.Die Akupunkturnadeln wurden im Bereich des linken Ohres und beider Unterarme subcutan plaziert und elektrisch stimuliert.Die Nadeln wurden mit einer Stromstärke von 2-10 mA und einer Frequenz von 8-10Hz stimuliert. Während der Operation erhielten die Patienten ein Beatmungsgemisch von Lachgas und Sauerstoff mit maximal 50 % Sauerstoff.Die Relaxation wurde mit Alloferin aufrechterhalten, bei Bedarf wurde Dehydrobenzperidol (DHB) nachgegeben,die Indikation für die Gabe von DHB wurde aber nicht präzisiert.

In einem modifizierten Verfahren von BENZER et al.(9)

wurden lange Nadeln percutan beidseits der oberen Thoraxwirbelsäule gestochen und ebenfalls elektrisch stimuliert. Nach dieser Methode konnte bei verschiedenen Operationen eine ausreichende Analgesie erzielt werden.Die Patienten waren intraoperativ zum Teil wach und ansprechbar,postoperativ bestand nur teilweise eine Amnesie,die am 2-3. postoperativen Tag am ausgeprägtesten schien.

Vom Oktober 1973 bis Mai 1975 wurden an der Chirurgischen Universitätsklinik in Gießen 131 offene Herzoperationen unter Akupunkturanalgesie nach folgender Methode von HERGET et al. (62,64) durchgeführt.

Die Prämedikation erfolgte eine halbe Stunde vor Anaesthesiebeginn mit 1-2ml Thalamonal und 0,5 mg Bellafolin als Mischinjektion.Nach Gabe von 150-200 mg Thiopental und 1mg/kg/KG Succinylcholin wurde intubiert.Nur in der ersten Phase der Anaesthesie wurde die Analgesie mit einer einmaligen Gabe von 0,2-0,3 mg Fentanyl,oder durch die Gabe von 0,2-0,3 Vol% Halothan aufrechterhalten.

Anschließend wurden verschieden lange Stahlnadeln,nach Messung des Hautwiderstandes an verschiedenen Punkten im Bereich der oberen und der unteren Extremität,des Stammes und der Ohren beidseits eingestochen.Es wurden stets acht Nadeln bei symmetrisch bilateraler Polung mit asymmetrischen Wechselspannungen von 5-8 Hz bis zu einer Spannung von 90 V stimuliert.Nach 20 minütiger Stimulation kommt es zu einem

feinschlägigen Tremor,der sich über Gesicht,Hals und Thorax bis zum Abdomen ausbreitet.

Während der Einleitungsphase erfolgte das langsame Hochregeln der angelegten Spannung,bis die sogenannte Sättigungsspannung erreicht wurde;diese ist abhängig vom Hauttyp,dem Lebensalter und besonders vom Relaxationsgrad des Patienten.Beim relaxierten Patienten liegt,die zur Erreichung der Analgesie notwendige Sättigungsspannung bei 2 V. Nach 20 Minuten Elektrostimulation stellt sich im OPerationsgebiet eine Hypalgesie ein,die ausreichend erscheint für den operativen Eingriff.

Die weitere Gabe von Analgetika und Narkotika entfällt,es kommt nur die Akupunktur-Lachgas-Sauerstoff-Analgesie zur Anwendung.HERGET et al. konnten in einer Vergleichsstudie in der 25 Herzoperationen in Akupunkturanalgesie verglichen wurden eine auffallende Stabilität des Kreislaufs nachweisen. Es kam intraoperativ zu einem Anstieg des systolischen Blutdruckes um 10-30 mmHg und zu einer Frequenzerhöhung um 10 Schläge.Die Blutdruckanstiege sind nach HERGET et al. Ausdruck eines erhöhten Sympathikotonus.

Untersuchungen des Elektrolyt-,Fett-und Glucosestoffwechsels ergaben keine signifikante Veränderungen gegenüber der Neuroleptanalgesie.Die Glucosewerte lagen in der ESA-Gruppe, trotz deren sympathikotonen Wirkung noch deutlich unter denen der NLA-Gruppe.

Intraoperativ auffällig erscheint der arterielle pO_2Wert des Akupunkturkollektivs, der immer deutlich unter den in

der NLA-Gruppe beobachteten Werten lag,als mögliche Ursache wird der erhöhte Sauerstoffverbrauch durch die Muskelfaszikulationen angesehen. HERGET et al. empfiehlt deshalb , einen O_2-Anteil von mindestens 50% im Einatmungsgemisch. Ein weiterer Vorteil der Elektrostimulationsanalgesie liegt in der bis zu 80 % Einsparung der Narkotika,klinisch bestätigt sich dieser Eindruck in der guten Kooperation der Patienten und in der raschen postoperativen Erholungsphase.

GRABOW und CRIVEANU berichteten 1976 über ihre Erfahrungen an 162 Patienten mit der kombinierten Akupunkturanalgesie. 30 Minuten vor der Einleitung bekommen die Patienten 50-100 mg Pethidin und 0,5 mg Bellafolin i.m.Es werden dann 4-6 Stahlnadeln in die Ohr-und Körperpunkte eingestochen,die zuvor mittels Hautwiderstandsmessung festgelegt worden waren.Die Nadeln werden bilateral gepolt und mit einer asymmetrischen Wechselspannung von 8-10 Hz stimuliert. 10-15 Minuten nach ansteigender Stimulierung werden die Patienten ruhig und schläfrig.Ist dieser Zeitpunkt erreicht,werden die Patienten mit 3 mg/kg/KG Thiopental und 1mg/kg KG Succinylcholin relaxiert und intubiert.Die Beatmung erfolgte mit einem Lachgas-Sauerstoffgemisch von 3:2.Danach wurden die Ohrpunkte aufgesucht und entsprechend stimuliert.Nach Relaxation mit 0,1 mg/kg/KG Alloferin erfolgte die optimale Stimulierung der Nadeln mit 90 v für die Körperpunkte und 50-60 V für die Ohrpunkte.

Außer Lachgas wurden in der Studie keine Analgetika verwandt. Eine nicht ausreichende Analgesie wurde durch Änderung der Stimulation,durch Hochregeln der Spannung oder der Frequenz korrigiert.Das Erinnerungsvermögen ist nach GRABOW für den Zeitraum der Operation ausgelöscht.Zum Operationsende wird die Stimulation schrittweise beendet,die Curarewirkung antagonisiert.Die Patienten sind dann wach und ansprechbar. Die Körpernadeln werden bis zum Tag nach der Operation belassen und sollen für eine ausreichende Schmerzfreiheit sorgen.Die von HERGET beobachtete Blutdrucksteigerung konnten GRABOW et al. nicht bestätigen.Der durchschnittliche Verbrauch an Curare pro 60 Minuten lag in der Elektrostimulationsgruppe signifikant unter dem in der Neuroleptgruppe.
Die völlige Atoxizität ,die gute Analgesie und die praktisch zu vernachlässigende Kreislaufbeeinflussung lassen dieses Verfahren nach Ansicht der Autoren als besonders vorteilhaft erscheinen.
In einer weiteren Studie fanden GRABOW und LERNER lediglich einen Anstieg der freien Fettsäuren und eine Neigung zur metabolischen Alkalose,als Ausdruck einer bestehenden Streßreaktion.Daß die Elektroakupunktur zum größten Teil,die in der herkömmlichen Anaesthesie üblichen Analgetika ersetzen kann,konnte auch von PONGRATZ et al.an über 500 herzchirurgischen Eingriffen nachgewiesen werden.
Eine Stunde vor der Operation erhielten ihre Patienten 0,2 mg/kg Morphium und 2mg/kg/KG Nembutal und in Abhängigkeit von der

hämodynamischen Situation Atropin.Die Einleitung erfolgte durch Thiopental bzw.Etomidate unter Kontrolle der Herz- und Kreislauffunktion.Die Intubation wird nach Gabe von 2mg Pancuronium,sowie 1 mg/kg Succinylcholin durchgeführt, die weitere Relaxation erfolgte mit 0,05-0,1 mg/kg/KG Pancuroniumbromid. Die Ventilation wurde so eingestellt,daß der arterielle pCO_2 zwischen 40 und 44 mmHg lag.Die Beatmung erfolgte mit einem Lachgas-Sauerstoffgemisch von 1:1 unter Zugabe von 0,4-0,7 Vol % Ethrane.

Anschließend erfolgte das Aufsuchen der Körper-und der Ohrpunkte mittels Hautwiderstandsmessung.Insgesamt wurden 12 Nadeln plaziert,symmetrisch bilateral gepolt und mit Wechselspannungsimpulsen von 8-15 Hz,mit einer Spannung bis zu 90 V stimuliert.Die Potentiometer wurden soweit hochreguliert,daß empirisch festgelegte Stromdurchflüsse von etwa 10 mA an den Ohren und 50 mA an den Körperpunkten ereicht wurden.

Der systolische Blutdruck stieg zu Beginn der Elektrostimulation um 30 mmHg,als Ausdruck eines erhöhten Sympathikotonus. Nach 30 Minuten Stimulationsdauer wurde die Ethranegabe eingestellt und die intraoperative Analgesie nur mit Lachgas aufrechterhalten.

Bei Operationsbeginn ist ein Teil der Patienten wach und ansprechbar,der systolische Blutdruck und die Pulsfrequenz bleiben während der Operation bemerkenswert stabil.Die zusätzliche Gabe analgetisch wirksamer Substanzen war während der Operation meist nicht erforderlich.Die Extubation erfolgte

meist kurz nach der Operation;da keine postoperativen Atem-insuffizienz bestand und die Patienten wach,schmerzfrei und kooperativ waren,konnte auf eine routinemäßige Nach-beatmung verzichtet werden.
Als wichtiger Vorteil dieses Verfahrens wird von PONGRATZ et al. die Vermeidung der Überdosierung an potenten Pharmaka und deren eventuellen allergischen Reaktionen gesehen,sowie in der geringen postoperativen Ateminsuffizienz.
DOENICKE et al. berichten über 107 abdominalchirurgische Eingriffe,die unter kombinierter Elektrostimulationsanalgesie vorgenommen wurden.Als Prämedikation erhielten die Patienten 5-10mg Diazepam i.m.Nach 0,25-0,5 mg Atropin erfolgte die Einleitung der Narkose mit 0,1-0,2 mg Fentanyl und anschließend erfolgte die Gabe von 15 mg Etomidate.Zur Intubation wurden 5-7mg Pancuronium gegeben,bei Bedarf wurden Repititionsdosen von 1-2 mg nachinjeziert.Die Beatmung erfolgte mit einem Lachgas-Sauerstoffgemisch von 4:2.
Nach der Latenzzeit des Etomidate wurde mit der Nadelung begonnen,so daß noch innerhalb der Wirkungsdauer des Fentanyl mit der Stimulation begonnen werden konnte.Die Lage der Punkte wurde entsprechend den operativen Eingriffen variert. Innerhalb von 10 Minuten wurde die Stromintensität auf den Maximalwert des Gerätes und der Impulsfrequenz von 15 Hz hochgeregelt.Innerhalb der Elektrostimulationsgruppe kam es zu einem Anstieg der Herzfrequenz und des Blutdruckes um 30% gegenüber dem Kontrollwert.Bei 32 Patienten wurde

eine Herzfrequenz beobachtet,die den Ausgangswert um 50% überschritt.Die Herzfrequenz war bei Operationsende immer noch signifikant erhöht.Die Blutdruck-und die Herzfrequenzanstiege,sowie der Anstieg der freien Fettsäuren im Blut werden als Ausdruck einer sympathikotonen Stimulation aufgefaßt.

Die postnarkotische Phase erscheint DOENICKE et al.unbefriedigend.Unmittelbar nach Beendigung der Elektrostimulation klagten einige Patienten über starke Schmerzen,die eine sofortige Gabe von Analgetika notwendig machten.Die postoperative Weiterstimulation zeigte keine befriedigenden Ergebnisse.9% der Patienten berichteten über unangenehme Empfindungen wie Schmerz,Druck und Zug während der Operation. Als Routinemethode wird dieses Verfahren daher nicht empfohlen, besonders da die Fragen bezüglich des Wirkungsmechanismus noch nicht ausreichend geklärt seien.

SCHAER versuchte in einer Studie,die analgetisch anaesthetische Wirkung der Elektrostimulation durch die Menge des eingesparten Fentanyl quantitativ auszudrücken.Es wurde zunächst eine medikamentöses Basisanaesthesieverfahren ermittelt, das bei 25-50% der Patienten eine ausreichende Analgesie für den operativen Eingriff gewährleistet.Es konnte gezeigt werden,daß der Fentanylbedarf maßgeblich von den Kriterien zur Beurteilung der Narkosetiefe abhängt.

Als Prämedikation erhielten die Patienten 45 Minuten vor Narkosebeginn 0,5 mg Atropin und 0,5mg Flunitrazepam i.m.

Die Einleitung der Anaesthesie erfolgte mit 0,5 mg Flunitrazepam und 6-10 mg Etomidate i.v.,die Intubation nach Relaxation mit 0,07 mg/kg/KG Pancuronium.Anschließend wurden die Patienten mit einem Lachgas-Sauerstoffgemisch von 70% normoventiliert.Dann erfolgte das Aufsuchen der Stimulationspunkte nach KÖNIG und WANCURA.Die Stimulation der Ohrpunkte wurde bilateral mit einer Frequenz von 10 Hz bei 10 mA,die der Körperpunkte mit 20 mA durchgeführt. 15 Minuten nach der Stimulation wurde mit der Operation begonnen.Die Untersuchungen wurden an 66 Patientinnen durchgeführt,die sich einer vaginalen oder abdominellen Uterusextirpation unterziehen mußten.Bei 74 % der Patientinnen mußte intraoperativ kein Analgetikum mehr gegeben werden.Am Ende der Operation wurde die Stimulation schrittweise reduziert,sowie die Relaxanswirkung antagonisiert.Die Blutdruck-und Pulswerte lagen im selben Bereich,wie sie von HERGET et al. und DOENICKE et al.als charakteristisch für eine ESA beschrieben wurden.Postoperativ traten keine Komplikationen auf.Auf Grund intraoperativer Sinneswahrnehmungen ist dieses Verfahren nach SCHAER nur bei motivierten und orientierten Patienten durchführbar.

GLOECKNER undLAHRTZ berichteten 1977 über ihre Erfahrungen mit der ESA bei bauchchirurgischen Eingriffen in einem kleinerem Krankenhaus.Zur Prämedikation erhielten die Patienten 1-2ml Thalamonal und 0,25-0,5 mg Atropin 30 Minuten vor Operationsbeginn.Nach dem Aufsuchen der Körper-und der Ohrpunkte mittels

Hautwiderstandsmessung erfolgte die Nadelung.Die Einleitung wurde mit 0,1-0,2 mg Fentanyl und 30-50 mg Brevimytal-Na vorgenommen,in einigen Fällen noch mit 2,5-7,5 mg Dehydrobenzperidol.Zur Intubation wurde Succinylcholin verwendet. Nach Intubation erfolgte die weitere Relaxation mit Alloferin nach Bedarf.Beatmet wurde mit N_2O/O_2 im Verhältnis 1,2:2,8.Mit der Elektrostimulation wurde bereits 10-15 Minuten vor Operation begonnen.Dabei kam das von DOENICKE et al.beschriebene Verfahren zur Anwendung.Blutdruck-und Herzfrequenzwerte verhielten sich bei den 20 Patienten bis zum Operationsende konstant.Daraus schließen die Autoren, daß kein erhöhter Sympathikotonus vorlag.Postoperativ waren die Patienten wach und kooperativ.

ABDULLA et al.(1) berichten über die Anwendung der Elektrostimulationsanaesthesie und deren Auswirkung auf die Kreislaufstabilität an 65 Patienten bei Netzhaut-und Glaskörperoperationen.Am Tag der Operation wurde 30 Minuten vor Anaesthesiebeginn eine Mischinjektion von 1,5-2,0 ml Thalamonal und 0,5 mg Atropin i.m. verabreicht.Die Nadelung erfolgte bei 20 Patienten in den zum Operationsgebiet zugehörigen Dermatomen Trigeminus I und II,sowie zur Tolerierung des Orotrachealtubus der Dermatome des Plexus cervicalis C_3und C_4.Bei 40 Patienten wurde die beschriebene Nadeltechnik durch Selbstklebeelektroden ersetzt.Es wurde mit asymmetrischen Wechselspannungsimpulsen von 30 Hz stimuliert. Die Stimulationsintensität wurde langsam bis zur Toleranz-

grenze des wachen Patienten und nach Intubation bis zu einer Spannung von 60 V und einer Stromstärke von 40 mA gesteigert.Nach Gabe einer Einschlafdosis von 170-230 mg Thiopental und der Relaxation mit 100 mg Succinylcholin erfolgte die Intubation.Beatmet wurde mit einem N_2O/O_2 Gemisch im Verhältnis 1:1.Die hämodynamischen Verhältnisse liessen während des gesamten Anaesthesieverlaufs eine auffallende Kreislaufstabilität erkennen.ABDULLA et al.sehen in der Elektrostimulationsanaesthesie eine für alte Menschen und Risikopatienten empfehlenswerte Bereicherung der Narkose technik.

In einer randomisierten Studie wurde von TOLKSDORF et al. die Elektrostimulationsanalgesie und die Neuroleptanalgesie unter weitgehend standardisierten Bedingungen bei 26 Patienten verglichen.Die Fentanyleinsparungen bei den Patienten,die sich einer Cholecystektomie oder einer Choledochusrevision unterziehen mußten betrug annähernd 80%.Die Prämedikation erfolgte mit 1,5-2,0 ml Thalamonal und 0,5 mg Atropin i.m.Die Narkoseeinleitung erfolgte mit 2mg Alloferin, 5 mg/kg/KG Thiopental und 1mg/kg/KG Succinylcholin.Nach Intubation und kontrollierter Beatmung mit N_2O-O_2im Verhältnis 2:1 wurde die weitere Relaxation mit Alloferin nach Bedarf durchgeführt.Unmittelbar nach Intubation wurden den Patienten in jedes Ohr 4 Stahlnadeln subcutan placiert und zwar in der Scapha der Fossa triangularis,das Cavum Conchae und den Tragus. Die Nadeln wurden mit einem stromkonstanten Reiz-

gerät mit einer Stromstärke von 15-20 mA und einer Frequenz von 60 Hz bilateral stimuliert.Die vielfach zitierte Kreislaufstabilität stellte sich in dieser Studie in einem erhöhten Herzfrequenz dar.Das höhere Blutdruck-Niveau sowie die erhöhte Herzfrequenz lassen nach Ansicht der Autoren auf einen erhöhten Sympathikotonus schließen.In Tabelle 17 sind die Vor-und Nachteile der Elektrostimulationsanalgesie noch einmal zusammengefaßt.

Tab. 17 Vor-und Nachteile der Elektrostimulationsanalgesie

VORTEILE DER ELEKTROSTIMULATIONSANALGESIE
1. Einsparung von Narkosemitteln
2. Intraoperative Kreislaufstabilität
3. Rasches postoperatives Erwachen
4. Fehlende postnarkotische Atemdepression
5. Postoperative Hypalgesie
NACHTEILE DER ELEKTROSTIMULATIONSANALGESIE
1. Unsicherheit über die erreichte Analgesietiefe
2. Unklarheit über den Wirkungsmechanismus
3. Unsicherheit in der Wahl geeigneter Punkte
4. Unklarheit in der Verwendung von wirksamen Stimulationsströmen und Frequenzen
5. Intraoperative Sinneswahrnehmungen
6. Erhöhung des Sympathikotonus

Das Wirkprinzip der Elektrostimulationsanalgesie konnte bisher nicht geklärt werden und die Wertigkeit der einzelnen Bestandteile der Zwei-Stufen-Elektroakupunktur :Prämedikation, anfänglicher Einsatz volatiler Anaesthetika,Beatmung mit Lachgas-Sauerstoffgemischen,Relaxation,Nadelung klassischer Akupunkturpunkte,Elektrostimulation über Nadelelektroden, ist im einzelnen nicht bekannt.Die Erfahrung zeigt aber, daß die Methode mit relativ gutem Erfolg klinisch angewandt werden kann.

Um weiter Aufschlüsse über die Bedeutung der einzelnen Faktoren der Elektrostimulationsanalgesie zu bekommen,muß eine exakte Beschreibung der angewandten Methodik und der statistischen Auswertung der Ergebnisse gefordert werden. Nur so können die gemachten Erfahrungen wissenschaftlich gestützt und die Methodik reproduzierbar vermittelt werden. Nur wenige Untersuchungen entsprechen diesen erforderlichen Kriterien,sie lassen keine Übertragbarkeit der Ergebnisse zu und werden deshalb in dieser Arbeit nicht mehr weiter berücksichtigt.

In dieser Arbeit sollte eine "Kombinations-Elektrostimulations-hypalgesie" vorgestellt werden,die bei abdominellen Unterbaucheingriffen anwendbar ist.Des weiteren wurde der Versuch unternommen,den Stellenwert der Elektrostimulation bei diesem Kombinationsverfahren zu bestimmen.Die Elektrostimulationsanalgesie wurde im Rahmen einer prospektiven randomisierten Studie einem anderen schonendem Verfahren der Neurolept-

analgesie gegenübergestellt und die analgetische Wirkung der Elektrostimulationsanalgesie durch die Menge des im Vergleich mit der Kontrollgruppe eingesparten Fentanyls geprüft.
Mit diesem Ziel wurde das Verhalten der Kreislaufparameter, Blutdruck,Herzfrequenz,MAP bei einem vergleichbaren Kontrollpatientenkollektiv kontinuierlich beobachtet.

Hämodynamische Veränderungen unter Elektrostimulationsanalgesie

Das Kreislaufverhalten des Patienten wird durch die Prämedikation,die Beatmung mit Lachgas-Sauerstoff und durch die bei der Narkose verwendeten Pharmaka modifiziert.
Wenn man die durch die Anaesthetika hervorgerufenen hämodynamischen Veränderungen betrachtet,ergibt sich das Problem des korrekten Bezugspunktes.Durch die Kanülierung der Gefäße kommt es zu einer Aktivierung des sympathikoadrenergen Systems,die nicht immer durch die Prämedikation oder durch die Anaesthetika abgefangen werden kann.Der chirurgische Eingriff und die Furcht des Patienten vor einem Organverlust führt zu einer weiteren Aktivierung des Symathikus.
Nach KREBS et al.(81) ist die kardiodepressorische Wirkung aller Narkotika,bei Vergleich mit äquinarkotischen Dosen gleich.Der negativ inotrope Effekt führt zu einer Abnahme des Schlagvolumens ,durch reflektorische Steigerung der Herzfrequenz kann bei klinischer Dosierung der Abfall des HMV ausgeglichen werden.Diese mögliche Kompensation,über eine

Steigerung der Herzfrequenz ist bei der Narkose mit Barbituraten eingeschränkt,weshalb es unter Barbituraten zu einem konzentrationsabhängigen Abfall des HMV kommt.Durch eine Aktivierung des Sympathikotonus kann der negativ inotrope Effekt der Anaesthetika überdeckt werden;durch eine zu starke Dämpfung des sympathikotonen Systems wird das Reaktionsvermögen des kardiovaskulären Systems weiterhin beeinträchtigt. Der Vergleich der Kreislaufparameter läßt bis zum Operationsbeginn keinen signifikanten Unterschied zwischen ESA-und der NLA-Gruppe erkennen.Die mit der Intubation verbundene Hypertension und Tachycardie wird durch eine erhöhte Aktivität des Sympathikus vermittelt.Die von uns verabreichte medikamentöse Basisanaesthesie bietet in beiden Gruppen einen ausreichenden Schutz vor überschießenden sympathikotonen Reaktionen.

Daß die Elektrostimulation einen zusätzlich aktivierenden Reiz auf das sympathikoadrenerge System ausübt ,wahrscheinlich über eine ungenügende Anhebung der Schmerzschwelle, gilt in der Literatur als unbestritten (1,31,54,65,116).

HAMMERLE et al.(59) untersuchten bei 11 Patienten, die sich einem herzchirurgischen Eingriff unterziehen mußten,die Plasmaspiegel von Adrenalin und Noradrenalin.Die Patienten wurden nach einer Einschlafdosis von 20 mg Diazepam und der Gabe von 20 mg Alcuronium i.v. orotracheal intubiert.Anschließend wurden 2 Stahlnadeln in jede Ohrmuschel ca 1cm subcutan eingestochen.Jedes Nadelpaar wurde mit 10Hz und

10 mA stimuliert.Die Spannung betrug durchschnittlich 5-7 V. HAMMERLE et al. konnten einen zwanzigfachen Anstieg der Adrenalinkonzentration im Plasma als Ausdruck einer Aktivierung des Nebennierenmarkes nachweisen .Innerhalb der Elektrostimulationsgruppe wird der Ausgangswert entsprechend der gesteigerten Aktivierung des sympathikoadrenergen Systems erst 75 Minuten nach Operationsbeginn erreicht,während die Herzfrequenz in der Kontrollgruppe,bedingt durch die cholinerge Wirkung des Fentanyl(33,88,121), schon nach 30 Minuten wieder auf den Ausgangswert zurückkehrt.Die Bradycardie verstärkt sich bis zum Operationsende in der NLA-Gruppe. Günstig wirkt sich eine nicht zu ausgeprägte Bradycardie auf den koronaren Blutfluß und den myokardialen Sauerstoffverbrauch aus.Die Tendenz zur Hypotension macht sich in der NLA-Gruppe 30 Minuten nach Operationsbeginn bemerkbar.Das Risiko der Hypotension wird durch die additive Wirkung von Fentanyl und DHB verstärkt.Als Ursache wird dabei die vasodilatatorische Wirkung der Opiatanalgetika (81) angesehen. Als möglicher Wirkungsmechanismus wird dabei die Histaminfreisetzung,die geringe Hemmung des Vasomotorenzentrums,die Verminderung der Herzfrequenz,sowie eine Freisetzung von Noradrenalin aus den postganglionären Fasern diskutiert(81). Der Blutdruckabfall,der bis zu 30% betragen kann,ist abhängig von der Geschwindigkeit der Narkoseeinleitung und dem Füllungszustand des Gefäßsystems und damit direkt vom venösen Rückstrom zum Herzen.Durch die Gabe von Fentanyl,DHB und anderen

Anaesthetika kann das Reaktionsvermögen der Gefäße weiter reduziert werden;das mit der Gefäßerweiterung in der Peripherie verbundene Blutpooling kann durch die Gabe von Muskelrelaxantien noch verstärkt werden.Fentanyl führt nach TAMMISTO et al.(137) nur zu einer geringen Veränderung des kardiovaskulären Systems, nach KREBS et al.(81) ist der Abfall des arteriellen Druckes geringer als bei äquipotenter Dosis von Morphin,auch bei steigenden Fentanyldosen konnte ein weiterer Abfall des arteriellen Druckes nicht beobachtet werden (88,120).
Durch die Verwendung von volatilen Narkotika innerhalb der ersten intraoperativen Stunde DOENICKE,HERGET,PONGRATZ, BAUM sind die stabilen Kreislaufverhältnisse bei diesen Autoren das Ergebnis einer ausgeprägten Basisanaesthesie und nicht durch die Elektrostimulation hervorgerufener spezifischer Veränderungen.Nach den vorliegenden Untersuchungen von DOENICKE et al.kommt es zu Beginn der Elektrostimulation zu einem Anstieg derHerzfrequenz und des systolischen Blutdruckes um 30 %,im Verlauf der Narkose kommt es zu einer Normalisierung der Kreislaufparameter, und bis zum Operationsende bestehen keine signifikanten Unterschiede gegenüber dem Kontrollwert.Nach einer Empfehlung von DOENICKE et al.(31) sollte im Interesse des Patienten die Ausgangswerte kurzfristig um nicht mehr als 50 % überschritten werden.Daß dies trotzdem der Fall ist, wurde von SCHAER (125) gezeigt;bei 32 von 116 Patienten kam es zu einem Anstieg der Herzfrequenz um 50 % gegenüber dem Kontrollwert.Die vorliegende Unter-

suchung bestätigt die in vielen Arbeiten hervorgehobene Kreislaufstabilität(1,7,12,31,36,59,63) mit einer auffälligen Konstanz der Herzfrequenz.GRABOW et al.(52) konnten keine Blutdrucksteigerungen registrieren und heben die stabilen Kreislaufverhältnisse des ESA hervor. Bei HERGET et al.(62) traten statistisch signifikante Unterschiede des Blutdruckes bei Wirksamwerden der Elektrostimulation auf.Die systolischen Schwankungen betrugen bei Hautschnitt 34mmHg und lagen zum Operationsende mit 19 mmHg über denen der Kontrollgruppe bei auffälliger Konstanz der Herzfrequenz. Für PONGRATZ et al.(117) sind die Blutdruckanstiege von 30 mmHg Ausdruck einer sympathikotonen Stimulation.BAUM et al. (7) betrachtet die Steigerungen des systolischen und des diastolischen Druckes um maximal 25% und der Herzfrequenz um 15 % innerhalb der tolerierbaren Kreislaufveränderungen, die beim Einsatz ähnlicher intravenöser Narkosetechniken auftreten.Von manchen Gruppen wird die hohe mittlere Streuung der gemessenen Blutdruckwerte erwähnt und nach SOLD (132) stellt sich die Frage eines ausreichenden Schutzes des kardiovaskulären Systems.

Die Abbildung 8 zeigt die kontinuierliche Orginalregistrierung des arteriellen Druckes und der Herzfrequenz,links bei drei Patientinnen unter Neuroleptanalgesie.Die Blutdruckspitzen sind Ausdruck einer unzureichenden Analgesie,durch die Gabe von Fentanyl konnten beide Parameter wieder normalisiert werden.Die rechte Hälfte der Abbildung 8 zeigt Orginal-

registrierungen von drei Patientinnen unter Elektrostimulationsanalgesie.Auffällig ist der nach Einleitung konstante Verlauf des arteriellen Druckes und der Herzfrequenz.

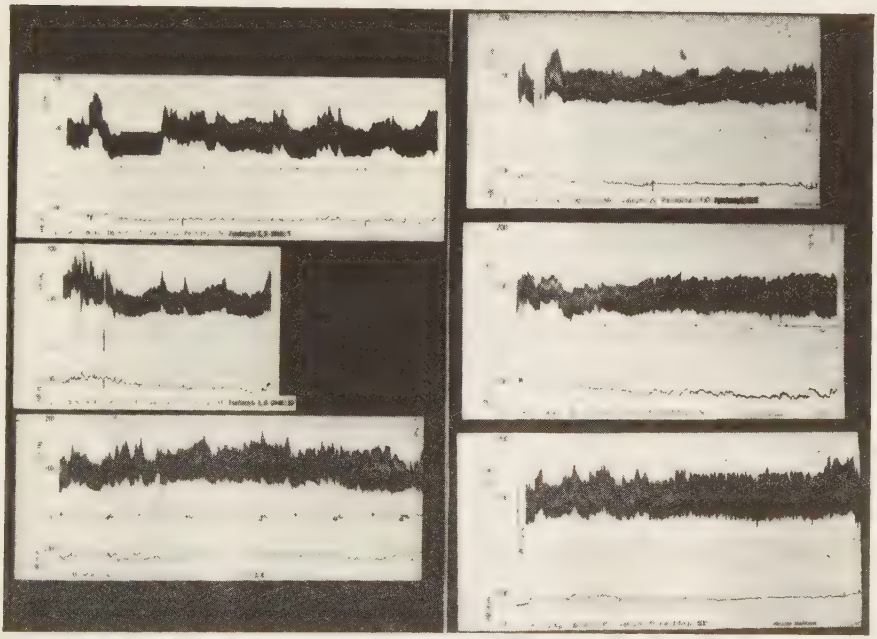


Abb. 8 Kontinuierliche Orginalregistrierung des systolischen und diastolischen Druckes und der Herzfrequenz,links bei drei Patientinnen unter Neuroleptanalgesie,rechte Bildhälfte zeigt die Orginalregistrierung bei drei Patientinnen unter Elektrostimulationsanaesthesie

Der über die gesamte Operationszeit erhöhte MAP und die bis 30 Minuten nach Operationsbeginn erhöhte Herzfrequenz sind Ausdruck der erhöhten sympathikotonen Reaktionslage unter Elektrostimulation (136).Die durch den Operationsstreß bedingte periphere Vasokonstriktion wird nach MARTIN et al. (91) durch den analgetischen Effekt der Elektrostimulation bei langdauernden Operationen voll abgefangen.
Zum Zeitpunkt der Extubation kam es innerhalb der NLA-Gruppe zu einem signifikanten Anstieg der Herzfrequenz und des MAP. Nach HENSCHEL (61) können vereinzelte excessive sympathikotone Reaktionen unter Neuroleptanalgesie nur sehr schwer beherrscht werden.Der dämpfende Einfluß der NLA wird nach JANZEN et al.(71) auf deren sympatholytische Wirkung zurückgeführt.Eine Hemmung der zentralen Sympathikusaktivität wird erst nach hohen noch im therapeutischen Bereich liegenden Dosen erreicht.(139)
Zum Operationsende kam es in der Elektrostimulationsgruppe zu einem signifikanten Anstieg der Herzfrequenz,während der systolische und der diastolische Druck konstant blieben. Die nur geringen Veränderungen des kardiovaskulären Systems können nach HERGET,PONGRATZ und DOENICKE auf den langanhaltenden analgetischen Effekt der Elektrostimulation zurückgeführt werden.OTT et al. (106)vermuten ,daß die Elektrostimulation mit einer geringeren Aktivität des Sympathikus verbunden ist,diese sympathikoadrenerge Dämpfung bleibt auch noch nach Stimulationsende erhalten.Für diese Vermutungen

gibt es aber keine objektivierbaren Untersuchungen.

Auswirkungen der Elektrostimulation auf den Säuren und Basen Haushalt

Einmütigkeit besteht in der Literatur darüber,daß nach allen Intubationsnarkosen eine postoperative Hypoxämie unterschiedlicher Dauer auftritt (50,76,141,143).Bei bettlägerigen Patienten kommt es durch den Anstieg des Shuntvolumens zu einer Erniedrigung des arteriellen pO_2.Die Prämedikation führt zu einer alveolären Hypoventilation mit Abfall des pCO_2,des BE und des pH infolge zentraler Atemdepression (78,146,147)Die in dieser Studie beobachteten Werte gleichen den von THEWES und FOITZEK (37,141).Bedingt durch die maschinielle Beatmung,mit einer mäßigen Hyperventilation kommt es zu einem Abfall des pCO_2in beiden Gruppen.Durch die Hyperventilation wird die Gefahr einer alveolären Hypoventilation gemindert.Die dabei erreichten Werte liegen über den von PICHLMAYR et al.(112) beobachteten Werten,bei welchen ein kritischer Abfall der Hirndurchblutung eintritt. Für beide Gruppen liegen sie im oberen Normalbereich.Der arterielle pO_2nimmt entsprechend des hohen inspiratorischen Sauerstoffangebotes während der Narkose in beiden Gruppen signifikant zu .In der frühen postoperativen Phase liegt er in der ESA-Gruppe noch über den in der NLA-Gruppe beobachteten Werten,dies läßt sich auf die noch postoperativ

anhaltende Atemdepression des Fentanyl zurückführen.
Während der Narkose kommt es in beiden Gruppen zu einer Abnahme der $AVDO_2$.Bei inspiratorisch konstantem O_2 Angebot nehmen der O_2 Verbrauch und die O_2 Extraktion unter beiden Anaesthesieverfahren ab.Die langen Operationszeiten führen zu einer vermehrten Auskühlung der Patientinnen ,die sich in beiden Gruppen postoperativ in einer Zunahme des O_2 Verbrauchs bemerkbar macht.Durch die kontinuierliche unterschwellige Stimulation kommt es nach Ansicht von HERGET et al. (62) zu einem erhöhten Sauerstoffverbrauch und zu einem signifikant höheren Verbrauch an Muskelrelaxantien.
Die mäßige Hyperventilation durch die künstliche Beatmung führt zu einer erhöhten alveolären Ventilation,was sich in einer gesteigerten Abgabe des pCO_2 bemerkbar macht.Daraus resultiert in beiden Gruppen ein Anstieg des pH mit Verschiebung in den Normbereich,die anfangs bestehende metabolische Acidose wird intraoperativ respiratorisch kompensiert.
Die verminderte tubuläre H^+ Ionen Sekretion führt zu einer erhöhten Ausscheidung von HCO_3^- im Urin,dies erklärt den Abfall des Standardbikarbonatkonzentration(82).
Durch die mäßige Hyperventilation entwickelt sich eine Tendenz zur respiratorischen Alkalose.Die bereits zum Operationsbeginn in den azidotischen Bereich verschobenen BE Werte verstärken sich noch intraoperativ.Die Entwicklung einer metabolischen Azidose bei langwährenden Eingriffen

wird von vielen Autoren bestätigt (35,55,61,123,128). Dies zeigt eindeutig,daß sich die Elektrostimulationsanalgesie sich in dieser Hinsicht nicht von anderen Narkoseverfahren unterscheidet.Als Ursache der metabolischen Azidose wird die,durch die Hyperventilation hervorgerufene Hypokapnie mit einer Zunahme des zellulären Laktat angesehen.(38) Da aber keine Laktat,bzw.Ketonkörper im Serum noch die Säureelimination gemessen wurden.lassen sich nur Vermutungen über die Ursachen der metabolischen Azidose anstellen. Zwischen den beiden Gruppen lassen sich insofern Unterschiede feststellen,daß sich in der NLA Gruppe die bereits präoperativ bestehende metabolische Azidose intraoperativ noch verstärkt.In den Untersuchungen des Säure-und Basen-Haushaltes fanden HERGET et al.(62) und GRABOW et al.(54) keine signifikanten Unterschiede zwischen der Elektrostimulationsgruppe und der Kontrollgruppe.Postoperativ bestand bei GRABOW et al(54) die Tendenz zur metabolischen Alkalose, als Ausdruck eines sekundären Hyperaldosteronismus,der auch bei anderen Narkoseverfahren auftritt (55,126).

Auswirkungen auf den intraoperativen Verbrauch an Anaesthetika

Auch in dieser Studie konnte wiederum nachgewiesen werden, daß es gelingt,durch die bilaterale elektrische Stimulation subcutan placierter Nadeln am Ohr auf der Grundlage einer Lachgas-Basis-Anaesthesie nach konventioneller Narkoseein-

leitung und Relaxation Narkosemittel einzusparen(21,62,125, 145).Eines der zentralen Probleme beim Nachweis der Wirksamkeit der Elektrostimulationsanalgesie liegt in der Auswahl und der Standardisierung des Basisanaesthesieverfahrens. Der intraoperative Verbrauch an Anaesthetika wird wesentlich durch die Prämedikation,das Lachgas-Sauerstoff-Gemisch und durch die bei der Narkoseeinleitung verwendeten Pharmaka bestimmt.Die Kombination der bei der Einleitung verwendeten Pharmaka mit Lachgas erzeugt eine analgetische Wirkung,die nach SCHAER (125) in 25-50% aller Fälle allein ausreicht einen chirurgischen Eingriff vorzunehmen.Die analgetische Wirksamkeit der medikamentösen Basisanaesthesie wird dann je nach der gewünschten Analgesietiefe durch Fentanyl in der Kontrollgruppe oder durch die Elektrostimulation vervollständigt.Schwierigkeiten ergeben sich klinisch bei der Festlegung der erreichten Analgesietiefe,da auch die zur medikamentösen Basisanaesthesie verwendeten Pharmaka durch ihre lange Halbwertszeit noch eine spätere Wirkungsverstärkung hervorrufen können.

Die Elektrostimulation führt durch die kontinuierliche Stimulation zu einem Schmerzreiz,der den durch die Operation ausgelösten Schmerzreiz modifiziert und ihn in eine tolerierbare Empfindung umwandelt.Dieser latente Schmerzreiz führt zu einem erhöhten Sympathikotonus (6,59),der in der Anfangsphase der Operation bei einigen Autoren (7,52,63,125)durch die Gabe von volatilen Anaesthetika gedämpft werden mußte.

Es konnte in der vorliegenden randomisierten Studie gezeigt werden,daß durch die Elektrostimulation von Ohrpunkten eine hochsignifikante Einsparung an Analgetika erreicht werden konnte;die Wirkung der Elektrostimulation läßt sich in Äquivalenten des eingesparten Fentanyls ausdrücken. Innerhalb der Elektrostimulationsgruppe war im Vergleich zur Kontrollgruppe eine zwanzigfach niedrigere Dosis an Fentanyl erforderlich.Wenn man von der Arbeitshypothese ausgeht,daß beide Patientenkollektive eine vergleichbare medikamentöse Basisanaesthesie erhalten haben,kann der Elektrostimulation auf Grund der Einsparung von Fentanyl eine Wirkung zugesprochen werden.In der Gruppe A war die medikamentöse Basisanaesthesie allein bei keinem Patienten ausreichend für einen chirurgischen Eingriff.Innerhalb der ESA-Gruppe führte die medikamentöse Basisanaesthesie alleine bei einem Patienten zu einer zufriedenstellenden Analgesie, die den operativen Eingriff ermöglichte.Schwierigkeiten ergeben sich in einer genauen Aussage der Wirkungsstärke der medikamentösen Basisanaesthesie.Für einen Wirkungsvergleich der medikamentösen Basisanaesthesie in beiden Patientengruppen sind die Patientenzahlen in dieser Studie zu gering.
Es bestand beim Anaesthesisten zum Operationsbeginn eine erhebliche Unsicherheit bezüglich des Einsetzens der analgetischenWirkung der Elektrostimulation,diese Beobachtung steht im Einklang mit anderen Autoren (7,9,44,55,62)
Daß die klinisch notwendige Analgesietiefe bei den Patientinnen nicht früh genug erreicht wurde, zeigt sich an Hand der

Fentanylgabe in der ESA-Gruppe.Innerhalb dieser Gruppe mußten bei vier Patientinnen je 0,2mg Fentanyl gegeben werden. Die Analgetikagabe erfolgte bei 2 Patientinnen fünf Minuten nach Operationsbeginn,bei den anderen beiden 30 Minuten nach Operationsbeginn.

Es zeigte sich,daß sowohl die Kriterien ,welche zur Festlegung der Analgesietiefe verwendet werden,als auch die begleitenden Medikamente den Bedarf an Fentanyl maßgeblich beeinflussen.SCHAER (125) hat dies an Hand des Fentanylbedarfs in fünf verschiedenen Anaesthesieverfahren geklärt. Es handelte sich bei all diesen Operationen um vaginale oder abdominelle Hysterektomien.Das Alter der Patientinnen betrug 27-76 Jahre.Zur Intubation wurde Pancuronium 0,07mg/kg KG verwendet,die Beatmung erfolgte mit einem einem Lachgas-, Sauerstoff-Gemisch.Bei einer Anaesthesietechnik bestehend aus 1mg Flunitrazepam zur Prämedikation,1 mg Flunitrazepam und 0,1-0,2 mg Fentanyl zur Einleitung benötigte SCHAER 1,1 mcg Fentanyl/kg KG und pro 10 Minuten Operationsdauer,wenn als Kriterium für eine Repetitionsdosis von 0,1mg Fentanyl die klassischen Kriterien zur Beurteilung der Narkosetiefe einer Neuroleptanalgesie angenommen werden.Werden dagegen Pulsschläge von 20 Schläge /min,sowie ein Anstieg des systolischen Druckes um maximal 40 mmHg ohne Nachinjektion in Kauf genommen, so führt dies zu einer Analgetikaeinsparung im Vergleich zum erst beschriebenen Verfahren um etwa 50 %.

Bei gleichen Kriterien für Fentanyl-Nachinjektionen ist der

Fentanylbedarf bei Verwendung von Flunitrazepam geringer als bei Verwendung von Droperidol.Daß Flunitrazepam die Wirkung von gleichzeitig verwendeten Analgetika stark potenziert,ist bereits verschiedentlich beschrieben worden (84).Werden die Kriterien zur Fentanylverabreichung nochmals großzügiger gehandhabt und Fentanyl nur beim Eintreffen von einem der folgenden Kriterien verabreicht;Schwitzen, systolischer Blutdruck höher als 180 mmHg,Pulsfrequenz höher als 130 Schläge pro Minute,so war nur in 2 von 9 Fällen eine Fentanylgabe erforderlich.

Die durch die Elektrostimulation hervorgerufenesympathikoadrenerge Stimulation der Patientinnen (59)wird von vielen Autoren in Kauf genommen,es läßt aber den Wert dieses Anaesthesievorgehens fragwürdig erscheinen.

In keiner der bisher vorliegenden Studie wurde ein Schema zur Analgetikagabe verwendet,daß lediglich Blutdruckschwankungen um 20% gegenüber dem Kontrollwert zuläßt und damit einen ausreichenden Schutz vor überschießenden sympathikotonen Reaktionen bietet.Da aber in dieser Studie eine andere medikamentöse Basisanaesthesie(Diazepam und Dehydrobenzperidol) gewählt wurden und die Kriterien zur Fentanylapplikation nach Ansicht von SCHAER (125) etwas großzügiger gehandhabt worden sind,können die Ergebnisse dieser Studie mit den Untersuchungen von SCHAER nicht ohne weiteres quantitativ verglichen werden.

Die Wirkung der Elektrostimulationsanalgesie soll nach

GRABOW un BAUM (7,54) zu einem erheblichen Teil Effekte der medikamentösen Basisanaesthesie sein.Unsicherheit ergibt sich bei der Bestimmung der analgetischen Potenz der verwendeten Pharmaka ,da es nach KURKA (84),durch die Gabe von Hypnotika während der Einleitung zu einer Wirkungsverstärkung der intraoperativ applizierten Analgetika komme. Die durch eine nicht ausreichende Prämedikation hervorgerufene Furcht und Angst der Patienten zeigt sich in einer veränderten hämodynamischen Reaktion und in einer veränderten Stoffwechsellage.

Die Beeinflussung der Einleitungsphase durch eine sympathikotone Reaktionslage der Patienten erschwert die Vergleichbarkeit der verschiedenen Narkoseverfahren,weshalb sich nach GOLDSTEIN et al.(50) diese präoperativen Veränderungen nachteilig auf den intraoperativen Verlauf ausüben können. Eine mäßige Hyperventilation führt zu einem mittleren Abfall des pCO_2 zwischen 15-20% (46,112) und bietet einen ausreichenden Schutz gegen eine Hypoventilation des Patienten. Durch diese Hyperventilation kann eine Verstärkung der Lachgaswirkung erreicht werden.

Nach PARBROOK et al.(107) genügen 45-50% Lachgas im Beatmungsgemisch um eine ausgeprägte Analgesie zu erzeugen (22). Lachgas besitzt eine minimale narkotische ,aber eine starke analgetische Wirkung.Die geringe narkotische Wirkung kann durch die Prämedikation mit Sedativa und Hypnotika verstärkt werden (7).Durch die Vorausgabe von Narkotika während der

Einleitung kann eine weiter Potenzierung der analgetischen Wirkung erreicht werden (107).Lachgaskonzentrationen von über 65% führen zu einer vollkommenen Analgesie und Amnesie, wobei Gehörseindrücke noch möglich sind (3,103,107).
Berechtigt scheint die Frage von SOLD (132), inwieweit die Elektrostimulationsanalgesie nicht auf einer relativen Überdosierung der Analgetika durch den Anaesthesisten beruhe.
Eine der Schwierigkeiten beim Vergleich der von DOENICKE, HERGET,PAUSER,PONGRATZ und SCHAER beschriebenen Verfahren liegt in der unterschiedlichen Handhabung der medikamentösen Basisanaesthesie.Der Verbrauch an Basisnarkosemitteln kann in der ESA-und der NLA-Gruppe als annähernd gleich angesehen werden.Die höhere Einschlafdosis von 1,99mg/kg Thiopental in der ESA-Gruppe gegenüber 1,80 mg/kg in der NLA-Gruppe läßt sich mit der individuellen Reaktionsbreite gegenüber Narkotika erklären.Nach HERGET et al.(62) kommt es durch die Elektrostimulation zu einer Erhöhung des Muskeltonus und daher zu einem erhöhten Verbrauch an Muskelrelaxantien.Bedingt durch den gesteigerten Muskeltonus und dem damit verbundenen Sauerstoffverbrauch soll es zu einem Abfall des arteriellen pO_2 kommen.Innerhalb der Elektrostimulationsgruppe lag der Verbrauch an Pancuronium um 8,5% höher als in der Kontrollgruppe. Mit 3,9 mg/h innerhalb der NLA-Gruppe und mit 4,1 mg/h innerhalb der Elektrostimulationsgruppe liegt der Wert jedoch nicht über den von BAUM (7) beobachteten Werten.
Den von GRABOW et al. (54) beschriebenen Minderverbrauch

bei der Verwendung von Alloferin konnten wir nicht bestätigen. Nach HERGET et al.(62) ist zur Erreichung der Hypalgesie eine effektive Sättigungsspannung von 2 Volt nötig,die nur geringfügig von individuellen Unterschieden (Hauttyp,Fettgewebe,Lebensalter)abhängig ist.Die Sättigungsspannung beträgt beim wachen nicht relaxierten Patienten 0,8V (64). Durch die Relaxation mit einer wirksamen Dosis von Pancuronium wird die Toleranzgrenze,der an sich schmerzhaften Elektrostimulation,die sich in Muskelfaszikulationen zeigt, angehoben.Bei der Verwendung von Succinylcholin kommt es nach HERGET et al.(62) zu einem Abfall der Sättigungsspannung um 90% und damit zu einem Wirkungsverlust der Elektrostimulation.Dieser Effekt soll nach den Vorstellungen dieser Autoren auf die synergistische Wirkung der Elektrostimulation auf ein nicht depolarisierendes Relaxans und die antagonistische Wirkung auf ein depolarisierendes Relaxans zurückzuführen sein.Bezüglich der möglichen neurophysiologischen Wechselwirkung mit den von den Autoren zur Basisanaesthesie verwendeten Pharmaka scheint eine Zurückhaltung angebracht, da diese Vermutungen nicht durch entsprechende Befunde abgestützt sind.

Ein weiterer Vorteil der Elektrostimulationsanalgesie kann in der Einsparung des Opiatantagonisten Naloxon gesehen werden.Die Naloxondosis richtet sich nach TAMMISTO et al. (137) nach der jeweiligen Fentanyldosis.Eine routinemäßige

Antagonisierung wird von manchen Autoren nicht empfohlen, denn der Vorteil des beschleunigten Aufwachens wird durch das beschleunigte Auftreten von Schmerzen kompensiert.Nach Ansicht von einigen Autoren(81,124,137) reicht bei 5 % der Patienten,bei denen die Spontanatmung nicht in Gang kommt eine einmalige Gabe von 0,5ug Naloxone.Diese Gabe sichert die Normoventilation (124) innerhalb der ersten postoperativen Stunde.Bei 9/13 Patientinnen in der NLA-Gruppe mußte Naloxone gegeben werden,die durchschnittlivh verabreichte Dosis pro Patient lag bei 0,013mg,dies ist möglicherweise Ausdruck einer relativen Überdosierung von Fentanyl in der NLA-Gruppe. Postoperativ kommt es bei 20-42% der Patienten zu Übelkeit und Erbrechen (31).Bei der Applikation von DHB traten nur in 8% der Fälle Nausea und Erbrechen auf.Andere Ursachen des postoperativ auftretenden Brechreizes können nach DOENICKE et al.(31) in der Gabe von Prostigmin,dem Reiz des Tubus und in Hypoxie und Hyperkapnie bestehen.

Veränderungen der sympathikotonen Reaktionslage

Bislang ist nicht erwiesen,daß die Elektrostimulationsanalgesie eien echte Alternative zu modernen Anaesthesiemethoden darstellt.Nach PAUSER (109) lag bei den von ihm durchgeführten 550 Eingriffen in Elektrostimulationsanalgesie nur eine relative Indikation vor;die operativen Eingriffe hätten mit Hilfe einer üblichen Anaesthesiemethode durchgeführt werden

können.Es zeigt sich nach ABDULLA,HERGET,STELLPFLUG (1,62,136), daß es unter Elektrostimulationsanalgesie zwar zu einer gesteigerten sympathikotonen Reaktion kommt,die sich aber im Kreislaufverhalten nicht widerspiegelt,so daß keine signifikante Korrelation zwischen Sympathikusaktivität und dem Blutdruck besteht.Die endogene Cortisolrhythmik wird durch Stressfaktoren,durch die Furcht des Patienten und durch den Operationsstress,im Sinne einer erhöhten Cortisolkonzentration im Plasma beeinflußt.Während der Narkose kommt es unter Inhalationsanaesthetika zu einem Anstieg des Plasmacortisols,während die Neuroleptanalgesie nach HENSCHEL (61) keine oder nur eine geringe Beeinflussung bewirkt.ABDULLA und MARTIN (1,91) konnten mit der Dauer der Operation eine zunehmende Cortisolfreisetzung beobachten. ABDULLA et al.(1) fanden,allerdings nur bei Eingriffen am Auge, keinen Unterschied im Plasmakatecholaminspiegel zwischen der Neuroleptanalgesie und der Elektrostimulationsanalgesie. HAMMERLE et al.(59) haben jedoch gezeigt,daß es bei Eingriffen unter Elektrostimulationsanalgesie es zu einem zwanzigfachen Anstieg des Adrenalin im Serum kommt.Während der Anstieg von Adrenalin im Serum sowohl bei thorax- und bauchchirurgischen Eingriffen nachweisbar war,ergab sich bei abdominellen Eingriffen nur ein isolierter Anstieg des Noradrenalins,als Zeichen einer Aktivierung dernoradrenergen Neurone des Sympathikus.Die isolierte Aktivierung des Nebennierenmarkes mit einer erhöhten Freisetzung von Adrenalin

wird nach HAMMERLE et al. als ein Charakteristikum der Elektrostimulationsanalgesie angesehen.Eine definitive Aussage über die Aktivierung des Nebennierenmarkes läßt sich nur sehr schwer erstellen,da durch die gleichzeitige Gabe von N_2O die Stimulierung des Nebennierenmarkes durch ESA maskiert werden kann.Der intraoperative Anstieg der Katecholamine war unabhängig von der Lachgas-Zufuhr.Nach den bisherigen Beobachtungen scheint die Elektrostimulationsanalgesie bei einer Lachgas-Sauerstoff Basisnarkose,ein den Kreislauf stabilisierender Faktor zu sein.Ob dieser Effekt von Ohrakupunkturpunkten auf einer zusätzlichen "intermodalen Schmerzschwellenerhöhung" oder auf einer direkten Beeinflussung des kardiovaskulären Systems beruht,läßt sich auf Grund der vorliegenden Arbeiten nicht entscheiden.Die mit diesem Verfahren erzielte Analgesie ist bei kritischer Würdigung der Befunde zu einem erheblichen Teil ein Ergebnis der Lachgaseinwirkung und der zur Narkoseeinleitung verwendeten Medikamente.Weiterhin wird es unklar bleiben,ob die bei dem beschriebenen Kombinationsverfahren erzielte Einsparung an Analgetika der Nadeltechnik zu Gute zuhalten ist oder nur Ausdruck einer relativen Überdosierung in der Kontrollgruppe ist.Auf die in der Literatur in der Regel ungenügende Begründung der einzelnen "Verfahren" für die verschiedenen Akupunkturanaesthesien ist bereits in der Einleitung hingewiesen worden.
So werden für Laparatomien bzw. andere gynäkologische

Operationen beispielsweise folgende Punktekombination empfohlen. GRABOW et al.,Ohr,P55,P58,Körper MP6,G26,D4; PAUSER et al.,M36,M44,MP6 und lokale Nadeln;GAGEL et al., Ohr,P55,M10,G26,MP11.

Ebenso stark varieren die Empfehlungen bezüglich der Stimulationsqualitäten.Eine synoptische Zusammenfassung der Beschreibung von Charakteristika der verwendeten Elektroimpulse sei an dieser Stelle gegeben.

Die Impulsspannungen,zur Erzeugung der Analgesie bei klassischer Akupunkturanalgesie haben Größenordnung von 0,5-2 Volt (9),3-4 Volt (98).Die bei der Elektrostimulationsanalgesie verwendeten Spannungen liegen um 1-2 Zehnerpotenzen höher und erreichen damit Größenordnungen von 5-30 Volt (31), 30-60 Volt bei der Ohrakupunktur und 90 Volt bei der Körperakupunktur (52) bis maximal 350 Volt (58).

Die Größenordnung der verwendeten Impulsströme wird mit 1 mA bei klassischer Akupunkturanalgesie (108),2-10 mA (9) und maximal 100 mA angegeben (143).Die Impulskonfigurationen der applizierten Elektroimpulse sind Zweiphasen-Viereck-Impulskurven von 0,5-10msec Impulsdauer.Vielfach fehlt nach THOMA et al.(143) die Kenntnis der Dosierung der verwandten Impulse. Ebenso stark variieren die Empfehlungen bezüglich der zu wählenden Stimulationsfrequenz.KALWEIT (73) behauptet, daß die günstigste Stimulationsfrequenz für relaxierte und intubierte Patienten bei 5 Hz liege,wobei eine Erhöhung auf 10-15 Hz die Analgesiewirkung zunichte machen könne. DOENICKE et al.(31) verwenden 15 Hz,GRABOW (55) 8-10 Hz und SCHAER (125) 10 Hz.

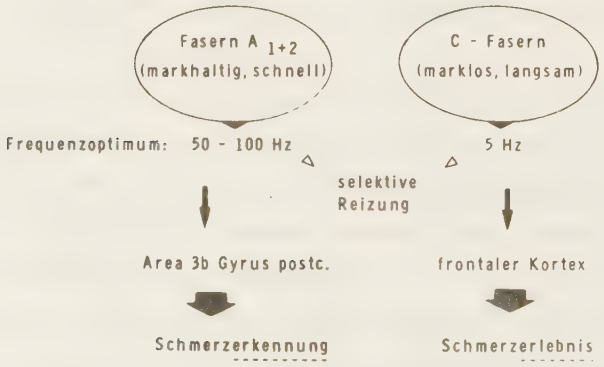
Eine besondere Besprechung verdient die Feststellung der meisten mit der ESA vertrauten Autoren (31,54,63),daß die Patienten intraoperativ Sinneseindrücke wahrnehmen, ja sogar während des größten Teiles der Operation wach und ansprechbar sind (31,117).Es ist normalerweise das Ziel,eine medikamentöse Anaesthesie so zu führen,daß keine bewußten intraoperativen Sinneswahrnehmungen zustandekommen. Die Elektrostimulationsanalgesie,ein Verfahren mit häufigen intraoperativen Wahrnehmungen sollte daher nur an orientierten und motivierten Patienten durchgeführt werden.Unter den verschiedenen Möglichkeiten der medikamentösen Basisanaesthesie erscheint SCHAER (125) die Verwendung von Flunitrazepam wegen seiner amnestischen Wirkung besonders geeignet.

Wirkungsvorstellungen

Unklarheit besteht bei fast allen Untersuchern über den Wirkungsmechanismus der Elektrostimulationsanaesthesie. Bisherige Untersuchungen haben gezeigt,daß die Schmerzmodulation durch neurophysiologische Mechanismen erreicht wird und.daß das Suggestionsmoment untergeordnete Bedeutung besitzt (5,102).Die psychophysiologischen Arbeiten zur Messung der Schmerzschwellen erscheinen für den klinischen Einsatz der Elektrostimulation zweifelhaft (8,26,28,29,60, 74,85).
Die veränderten Schmerzschwellen der Probanden lassen sich nicht auf eine durch die Akupunktur veränderte Schmerzschwelle

zurückführen,sondern auf eine veränderte Betrachtungsweise des Untersuchers(60,89).

Neurophysiologisch kann die Akupunktur als eine mechanische oder elektrische Stimulation von somatosensorischen Receptoren und peripheren Nervenfasern aufgefaßt werden.Die Schmerzleitung erfolgt dabei über verschiedene Fasersysteme nach zentral.Bei der Einwirkung der Akupunktur werden gleichzeitig die empfindlichen A-ß und die A-d und zugleich die langsam leitenden marklosen C-Fasern erregt,wie aus Tabelle 18 ersichtlich ist.



Tab. 18 Schematische Darstellung der Schmerzleitung nach zentral

Die Nervenzellen für die C-Fasern und die A-d Fasern liegen in den Spinalganglien.Innerhalb der Hinterwurzel sammeln sich die Fortsetzungen der marklosen C-Fasern nach zentral, hauptsächlich in der lateralen Eintrittszone (60);wird diese gereizt,entsteht ein dumpfer.anhaltender Schmerz und eine Blutdrucksteigerung.Die markhaltigen Fasern erreichen die mediale Eintrittszone,ihre Reizung bleibt ohne Blutdruckwirkung.Die A-d Fasern ziehen medial um die substantia gelatinosa,während die C-Fasern dorsal in derLissauschen Rand-zone lateralwärts verlaufen und dort mit den kleinen Zellen der substantia gelatinosa in Verbindung treten.Im Bereich des Hinterhornes scheint es eine Wechselwirkung zwischen den Aktionspotentialen der verschiedenen sensiblen Fasern zu geben.Die früher eintreffenden Potentiale der A-d Fasern hemmen die Erregbarkeit der Rückenmarkszellen für die später eintreffenden C-Faser Potentiale.
Dieser Vorgang wurde von MELZACK et al.(101,102) als Gate Controltheorie bezeichnet.Die Stimulierung der großen Fasern bewirkt eine Schließung des Tores und führt somit zu einer Blockierung der Schmerzsignale,während bei Erregung der kleinen Fasersysteme es zu einer Öffnung des Tores kommt. Die Elektrostimulation wirkt auf einen hohen Anteil der großen Fasern und blockiert die Übermittlung vonSchmerzsignalen mit geringer Intensität.Diese aktuelle Blockade scheint einer der Wirkungsmechanismen der Elektrostimulation

zu sein,da es gelingt die Wirkung durch die Gabe von Lokalanaesthetikum aufzuheben (23,90,138).

Einen zweiten regulierenden Mechanismus sehen MELZACK etal. (102) in dem stark hemmenden Einfluß des Hirnstammes (96) auf das Schmerzleitungssystem.Dieser hemmende Effekt wird von absteigenden Fasern,die zum Spinalsystem gehören oder auch über andere Fasern, die auf andere Leitungsregionen im Gehirn einwirken ausgeübt.Das Leitungsnetz des Hirnstammes empfängt Meldungen aus den verschiedenen Körperregionen. Werden bestimmte Regionen dieses Netzes elektrisch angeregt, führt dies zu einer ausgeprägten Analgesie in verschiedenen Teilen des Körpers.(101)

Bei der dritten Art der Schmerzmodulation sind die vom Kortex descendierenden Bahnen betroffen (19,70).Psychodynamische Faktoren haben einen erheblichen Einfluß auf die Schmerzwahrnehmung (71,74).

Vor allem die Variationen der emotionellen Komponente machen den Schmerz zu einem persönlichen Erlebnis (8,27,28), das nicht von Außenstehenden nachempfunden werden kann. Dies bedeutet auch,daß Schmerzen,die durch gleiche Stimuli ausgelöst werden von verschiedenen Patienten verschieden empfunden werden.Die Schmerzintensität beruht daher in hohem Grade auf der jeweiligen emotionellen Reaktionslage. Furcht und Angst verstärken die Schmerzempfindung,während Freude,Erwartung und Sicherheit den Schmerz verringern.

Auch der Placeboeffekt beweist die enorme Bedeutung der psychodynamischen Faktoren. In Abbildung 9 ist grob schematisch die Beeinflussung der Schmerzbahnen durch die Elektrostimulation wiedergegeben.

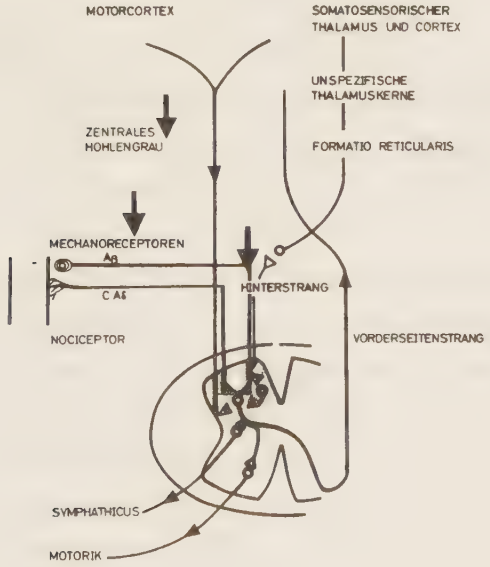


Abb. 9 Übersicht über einige Aspekte der Verarbeitung von schmerzhaften Reizen im ZNS(schematisiert).Im Rückenmark ist die Konvergenz aus A-d,C-Fasern und A-ß Fasern auf ein Hinterhornneuron gezeigt.Hemmende Synapsen und Interneuronen

schwarz gezeichnet.Schmerztherapie durch Gegenirritation, z.B.durch Elektrostimulation afferenter Hautnerven,der Hinterstränge oder des zentralen Höhlengrau(Symbol:Elektropfeil)
Aus: BENZER,H.: Akupunktur und Analgesie (12)

Nach KERR(75) ist die Gate Theorie in der bisherigen Form nicht mehr haltbar.Die eintreffenden Schmerzimpulse werden durch das Wechselspiel zwischen den Aktivitäten dünner nociceptiver Fasern und non-nociceptiver Fasern moduliert. Nicht alle in das Hinterhorn eintretende Fasern wirken jedoch erregend auf die Nervenzellen.Die Durchtrennung der hinteren Wurzel in mehreren Segmenten führt zu einer Zunahme der Nervenzellaktivität.Durch die große Erregungskonvergenz in der substantia gelatinosa könne die einlaufenden sensiblen Impulse verstärkt oder abgeschwächt werden.Die genaue Höhe, in welcher eine Modulation der Reize innerhalb der sensorischen Bahnen stattfindet,entweder auf Rezeptorhöhe,auf spinaler oder auf cortikaler Ebene ist noch nicht geklärt (75).
Die Vorstellungen von MELZACK et al.(102) sind umstritten, doch bieten sie eine fruchtbare Arbeitshypothese bei der Erklärung des Wirkungsmechanismus der Elektrostimulation.
Klinische Erfahrungen zeigen,daß durch die Elektrostimulation eine Analgesie nicht in allen Fällen erreicht werden konnte (72,102138).Unter experimentellen Bedingungen konnte ANDERSSON et al.(5)keine signifikante Wirkung der Elektro-

stimulation auf den Zahnschmerz finden,LEE et al.(86) konnten nur in 10% der Fälle eine Erleichterung verzeichnen. CHAPMAN (27) beobachtete eine Wirksamkeit der Akupunktur nur bei Eingriffen am Körperstamm.Andere Untersucher(25, 93,94,100) fanden eine Inhibierung der Schmerzantwort durch die Stimulation von Akupunkturpunkten,dabei erscheinen die traditionellen Punkte wirksamer(9,108) als die nicht auf den Meridianen gelegenen Punkte.

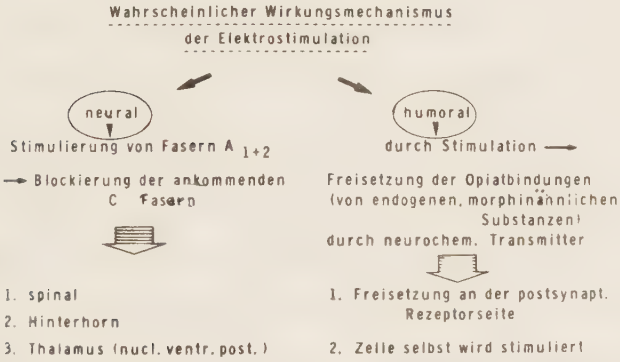
Die vorliegenden tierexperimentellen Untersuchungen müssen hinsichtlich ihrer Aussagekraft mit Zurückhaltung betrachtet werden.

ADAMS (2) konnte zeigen,daß durch die elektrische Stimulation des zentralen Grau oder benachbarter Strukturen im Tiermodell eine Analgesie erreicht werden konnte;MAYER et al.konnten diesen Nachweis am Menschen erbringen.Dieses Phänomen warf die Frage auf,ob es möglicherweise im zentralen Nervensystem einen humoralen Faktor gibt,der diese Analgesie erklären könnte.

Durch die Elektrostimulation kommt es nach KNORRING et al.(77) zu einer Aktivierung der endogenen antinociceptiven Prozesse Die endogenen ,morphinähnlichen Substanzen,die Endorphine (41,52,62,68), sind möglicherweise das Substrat für diese Prozesse. Nach POMMERANZ (115) führt die Elektrostimulation zur Freisetzung von Endorphinen ,welche für die erreichte Analgesie verantwortlich gemacht werden können.Die Endorphine zeigen eine hohe Affinität zu den morphinähnlichen Rezeptoren

im ZNS (110).Sie führen,wenn intraventrikulär injeziert, im Tierexperiment zur Analgesie (13).Durch die elektrische Stimulation des mesenzephalen Graus und des medialen Thalamus kann ebenso eine Analgesie erzeugt werden.(87,97)
Auf der Suche nach der zentralen Bedeutung der Endorphine haben einige Arbeitsgruppen die Wirkung des Opiatreceptor-Antagonisten Naloxone untersucht (114,140).Die durch die elektrische Stimulierung bedingte Analgesie kann durch Naloxone im Tiermodell (13,113) und auch beim Menschen (2,4,87,94) aufgehoben werden.Nach Ansicht der Autoren(87,90,140) sind die Rezeptoren unterschiedlich spezifisch für Naloxone.Diese neueren Ergebnisse werden als indirekter Beweis,einer durch die elektrische Stimulierung hervorgerufenen Aktivierung der Endorphine angesehen .SJÖLUND et al.(131) konnten nach Elektrostimulation bei 4 Patienten einen Anstieg der Endorphine im Liquor um den 2-6 fachen Wert beobachten.Die niedrigen Endorphinspiegel bei Patienten mit Schmerzzuständen können einerseits in einer möglichen Minderaktivität der Endorphin-freisetzenden Systeme oder in einem gesteigerten Verbrauch liegen.Für die Beteiligung eines humoralen Faktors spricht das Einsetzen der Wirkung der Elektrostimulation nach 30 Minuten (115).Bei hypophysektomierten Tieren konnte durch die elektrische Stimulation keine Analgesie erreicht werden (113). Bei der Übertragung von Liquor eines akupunktierten Tieres konnte eine veränderte Schmerzschwelle auch beim Empfänger beobachtet werden (94).

In Tabelle 19 sind die derzeitigen Wirkungsvorstellungen noch einmal zusammengefaßt.



Tab. 19 Schematische Darstellung über den möglichen Wirkungsmechanismus der Elektrostimulation

Aus der Vielzahl der tierexperimentellen und der klinischen Untersuchungen kann der Schluß gezogen werden, daß neben der Prämedikation, der intraoperativen Lachgasgabe und den psychodynamischen Faktoren eine neurochemische Komponente für den Wirkungsmechanismus der Elektrostimulationsanalgesie verantwortlich zu sein scheint.

E. ZUSAMMENFASSUNG

Mit der vorliegendenen klinischen Untersuchung sollte die Wirkung der Elektrostimulationsanalgesie auf hämodynamische Parameter des arteriellen Systems (Hf, P_{syst}, P_{dia}, MAP), die Blutgase und den Säure-Basen-Haushalt geprüft werden. Ferner sollte untersucht werden, ob bei Anwendung der Elektrostimulationsanalgesie sich intraoperativ eine Einsparung an Analgetika (Fentanyl) ergibt. Im Rahmen einer prospektiven, randomisierten Studie wurde die Elektrostimulationsanaesthesie an 17 Patientinnen und die Neuroleptanalgesie an 13 kreislaufgesunden Patientinnen untersucht, die sich einer Laparatomie oder einer Wertheim'schen Opertion zu unterziehen hatten. Hinsichtlich Altersverteilung und präoperativer Risikofaktoren waren beide Patientengruppen vergleichbar

Nach Narkoseeinleitung mit Valium (0,3mg/kg KG) und Thiopental (5,5 mg/kg KG) und Intubation (1mg/kg KG Succinylcholin, 1mg Pancuroniumbromid) wurde die Analgesie, bei gleicher medikamentöser Basisanaesthesie (N_2O/O_2 2:1) in der Elektrostimulationsgruppe (n=17) nur durch die Elektrostimulation von 4 Stimulationspunkten auf beiden Ohrmuscheln aufrechterhalten. Die Stimulationspunkte in der fossa triangularis, in der concha superior im mittleren Abschnitt der Helix und am Tragus wurden mittels Hautwiderstandsmessung identifiziert. Die elektrische Stimulation erfolgte mit einem Impulsstrom von 15 mA und einer Frequenz von 60 Hz über

subcutan gelegene Nadelelektroden.

Die Fentanyleinsparung durch Elektrostimulation betrug annähernd 95 % gegenüber der Kontrollgruppe. Intraoperativ lagen die Herzfrequenz und der arterielle Mitteldruck in der Elektrostimulationsgruppe über den Werten in der Neuroleptgruppe.Die vielfach zitierte Kreislaufstabilität während der Elektrostimulationsanaesthesie stellte sich in dieser Studie in einer gegenüber der Neuroleptgruppe erhöhten Herzfrequenz dar,bei bemerkenswerter Stabilität des systolischen und des diastolischen Druckes.

Eine spezifische Beeinflussung der Blutgase und des Säure- und Basen-Haushaltes durch die Elektrostimulation konnte nicht beobachtet werden.

Mit einer medikamentösen Basisanaesthesie bestehend aus N_2O/O_2 konnte bei 16/17 Patientinnen eine ausreichende Analgesie durch die Elektrostimulation von Ohrpunkten erreicht werden.Bei einer Patientin reichte die medikamentöse Basisanaesthesie alleine aus,den operativen Eingriff durchzuführen.Im Verbrauch an Relaxationsmittel zeigte sich kein Unterschied zwischen den beiden Gruppen.Bei der Untersuchung des Schmerzmittelverbrauchs ergaben sich ebenfalls keine Unterschiede innerhalb der ersten 24 Stunden postoperativ.

Als mögliche Wirkungen der Elektrostimulationsanaesthesie werden diskutiert

1. die " Gate-Control-Theory" von MELZACK
2. die " Central Inhibitory Balance Theory" nach KERR
3. die Endorphin-Hypothese

Man könnte heute bei aller gebotener Zurückhaltung zumindest für die Akupunktur-Analgesie mit elektrischer Stimulation von Körperpunkten behaupten,daß sie ihren wesentlichen Wirkungsmechanismus in der Freisetzung von körpereigenen, opiatähnlich wirkenden Liganden besitzt.

F. LITERATURVERZEICHNIS

(1) ABDULLA,W.,SOSTEGNO,C.,FREY,R.,GÄRTNER,J.:
Kreislaufverhalten unter Elektrostimulationsanaesthesie bei Operationen am Auge
Anaesthesist 28, 221 (1978)

(2) ADAMS,J.E.:
Naloxone reversal of analgesia produced by brain stimulation
Pain 2, 161 (1976)

(3) AGARWAL,G.,SIKH,S.S.:
Awareness During Anaesthesia
Br.J.Anaesth. 49, 835 (1977)

(4) AKIL,H.,MAYER,D.J.,LIEBESKIND,J.C.:
Antagonism of stimulation-produced analgesia by naloxone a narcotic antagonist
Science 191, 961 (1976)

(5) ANDERSSON,S.A.,ERICSON,T.,HOLMGREEN,E.,LINDQVIST,G.:
Electro-acupuncture,effect on pain threshold measured with electrical stimulation of teeth
Brain Research 63, 393 (1973)

(6) BALØGH,D.,HAMMERLE,A.F.,HÖRTNAGL,H.,BRÜCKE,T.,STADLER-WOLFERSGRÜN WOLFERSGRÜN,R.:
Plasma-Katecholamine bei Halothan-N_2O-Anaesthesie und Neuroleptanalgesie
Anaesthesist 28, 517 (1979)

(7) BAUM,J.,SCHILLING,A.:
Wertung der Kombinations-Elektrostimulationshypalgesie
Anaesthesist 28, 227 (1979)

(8) BEECHER,H.K. :
The measurement of pain.Prototype for quantitative study of subjective responses
Pharmacol.Rev. 9 59 (1957)

(9) BENZER,H.:
Klinische und experimentelle Erfahrungen der Akupunktur-analgesie
Wiener klinische Wochenschrift 86, 69 (1975)

(10) BENZER,H.,BISCHKO,J.,PAUSER,P. :
Klinische Erfahrungen mit der Akupunktur-Analgesie
Anaesthesiologische Informationen 2, 49 (1975)

(11) BENZER,H.,PAUSER,G. :
Acupuncture in the western world
In: Arias,A.,Llaurado,R.,Nalda,M.A.,Lunn,J.N. :
Recent Progress in Anaesthesiology and Resuscitation,Proceedings of the IV European Congress of Anaesthesiology ,Madrid 1974
Excerpta medica,International Congress Series No.347,S.695
Amsterdam-Oxford 1975, American Elsevier Publishing Co.,Inc.,
New York

(12) BENZER,H. :
Akupunktur und Analgesie
Prakt. Anaesth. 91, 80 (1975)

(13) BELUZZI,J.D.,GRANT,N.,GARSKY,V.,SARANTAKIS,D.,WISE,C.D.,STEIN,L. :
Analgesia induced in vivo by central administration of enkephalin in rat
Nature (Lond.) 260 625 (1976)

(14) BERGMANN,H.,NECEK,S. :
Spezielle Probleme der Anaesthesie-Einleitung bei Risiko-patienten
In: Henschel,W.F.(Hrsg.):Probleme der intravenösen Anaesthesie
VI.Bremer NLA-Symposium,Mai 1974, Teil 1, S.19
Perimed Verlag Dr.med.Straube, Erlangen 1976

(15) BERLIN,F.S.,BARTLETT,R.L.,BLACK,J.D. :
Acupunctur and placebo
Anesthesiology 42, 5 1975

(16) BISCHKO,J. :
Einführung in die Akupunktur
Heidelberg Haug 1976

(17) BONICA,J.,J. :
Therapeutic acupuncture in the People's Republic of China
JAMA 228, 1544 (1974)

(18) BOURDIOL,R. :
Das periphere autonome Nervensystem in der Auriculo-Medizin
Der Akupunkturarzt 6/7, 12 (1975)

(19) BOWSHER,D. :
Pain pathways and mechanism
Anaesthesia 33, 935 (1978)

(20) BRIX,R.,FITZAL,S.,GEDLICKA,W. :
CNV und evozierte Potentiale unter Elektro-Akupunktur
und bei akustischer Markierung
Anaesthesist 28 60 (1979)

(21) BUDINER,E.,HERGET,H.F.,KALWEIT,K. :
New modified Technique of Electrostimulation Analgesia (ESA)
in Open Heart Surgery
In:Electrotherapeutic Sleep and Electroanaesthesia
Vol.V Wageneder,F.M.,Germann,R.H.(Hrsg),S.37
Graz:dbv-Verlag für die Technische Universität 1978

(22) BUHR,G.,HENSCHEL,W.F. :
Kreislaufuntersuchungen während der Neuroleptanalgesie
In:Henschel,W.F.(hrsg.):Die Neuroleptanalgesie
II.NLA-Symposium Bremen 1964
Anaesthesie und Wiederbelebung Band 9 S. 53

(23) CAMPBELL,J.N.,TAUB,A. :
Local analgesia from percutaneous electrical stimulation
Arch. Neurol. 28 347 (1973)

(24) CHAITOW,L. :
The Acupuncture Treatment of pain
Arco Publ. Comp.Inc. New York 1977

(25) CHANG,H.T. :
Integrative action of thalamus in the process of acupuncture for analgesia
Am.J.of Chinese Medecine 2 1 (1974)

(26) CHAPMAN,C.R.,BENEDETTI,C. :
Analgesia following transcutaneous electrical stimulation and its partial reversal by a narcotic antagonist
Life Sci. 21 1645 (1977)

(27) CHAPMAN,C.R. :
Psychophysical evaluation of acupunctural analgesia :some issues and considerations
Anesthesiology 43 501 (1975)

(28) CLARK,W.C.,YANG,J.C. :
Acupuncture analgesia? Evaluation by signal detection theory
Science 184, 1096 (1974)

(29) DAY,R.L.,KITAHATA,L.M.,KAO,F.F.,MOTOYAMA,E.K.,HARDY,J.D.:
Evaluation of acupuncture anaesthesia : A psychophysiological study
Anesthesiology 43 507 (1975)

(30) DOENICKE,A.,KAMPIK,G.,PRAETORIUS,B.,SCHMID,M.:
Veränderungen blutchemischer Parameter bei gesunden Versuchspersonen durch Akupunktur
Anaesthesist 25, 235 (1976)

(31) DOENICKE,A.,KAMPIK,G.,PRAETORIUS,B.,PITTERLING,P.,GÖB,F., MATUSCYK,U. :
Elektrostimulationsanaesthesie in der Abdominalchirurgie unter besonderer Berücksichtigung der selektiven proximalen Vagotomie
Anaesthesist 25, 248 (1976)

(32) DOTZAUER,G.,PROKOP,O. :
Was hat es mit der Akupunktur auf sich?
Dtsch.Med.Wochenschrift. 103, 470 (1978)

(33) EISELE,R.,DISSMANN,W.,LUKENHEIMER,P.P.,NASSERT,M.,THIMME,W., BÜCHERL,E.S. :
Hemodynamic and respiratory changes after extensive abdominal operations
Surg.Gynec.Obstet. 129, 15 (1969)

(34) FINCK,A.D.,NGAI,S.H.,BERKOWITZ,B.A.:
Antagonism of general anesthesia by naloxone in the rat
Anesthesiology 46, 241 (1977)

(35) FINSTERER,U.,LÜHR,H.G.,GÖTZ,E.:
Elektrolytbilanzen bei großen bauchchirurgischen Eingriffen
Anaesthesist 25, 563 (1976)

(36) FISCHER,M.,JUST,O.H.,MARIC,D. :
Elektrostimulationsanaesthesie bei Eingriffen an den Extremitäten
Prakt.Anästh. 14, 8 (1978)

(37) FOITZEK,H.,KANJA,J.,LAWIN,P. :
Blutgasanalytische Untersuchungen vor während und nach der Beatmungsinhalation
Deutsche Gesellschaft für Anaesthesie und Wiederbelebung, Jahrestagung 1972 Hamburg
Hamburg Springer Berlin (1974)

(38) FRANZECK,U. :
Hämodynamische Veränderungen bei kombinierter Elektroakupunktur und Neuroleptanalgesie beim Menschen
München,Med.Diss. 1979

(39) FREIBERGER,K.U.,HACK,G.,HAVERS,L. :
Verhalten der Harnkatecholamine bei der Kombinationsnarkose mit Halothan-Thalamonal
Anaesthesist 24, 465 (1975)

(40) FREDERICKSON,R.C.A. :
Minireview:enkephalin in pentapeptides a review of current evidence for a physiological role in vertebrate neurotransmission
Life Sci. 21, 23 (1977)

(41) FREDERICKSON,R.C.A.,SCHIRMER,E.W.,GRIMAN,E.L.,HARREL,C.F., HEWES,C.R. :
Human endorphin: comparision with porcine endorphin ,enkephalin and morphine
Life Sci. 19, 1181 (1976)

(42) FREYE,E. :
Die Anwendung hoher Dosen von Fentanyl und Naloxone in der Anaesthesie
Anaesthesist 24, 145 (1976)

(43) FREYE,R.,ERDMANN,W.,KETTNER,U.:
Möglichkeiten und Grenzen der Akupunktur
Med.Welt 11, 483 (1975)

(44) GAGEL,K.,HERGET,H.F.,KALWEIT,K.:
Kombinierte Akupunkturanalgesie bei Patienten im beginnenden oder ausgeprägten abdominalen Schock - Eine Bereicherung der Anaesthesiemöglichleiten in der Bauchchirurgie
Akupunktur Theorie und Praxis 3, 135 (1975)

(45) GALEANO,C.,LEUNG,C.Y.,ROBITAILLE,R.,ROY-CHABOT,T. :
Acupuncture analgesia in rabbits
Pain 6, 71 (1979)

(46) GEDDES,I.C.,GRAY,T.C. :
Hyperventilation for the maintenance of anaesthesia
Lancet II, 4 (1959)

(47) GEMPERLE,M. :
Verbesserung der postoperativen Hypoxie nach Neuroleptanalgesie
In: Henschel,W.F.(Hrsg.):Die Neuroleptanalgesie
II.NLA Symposium Bremen 1964,Anaesthesie und Wiederbelebung
Band 9, S. 103,Springer-Verlag, Berlin Heidelberg-New York 1966

(48) GLOECKNER,R.J.,LAHRTZ,H. :
Erfahrungen mit der kombinierten Elektro-Stimulationsanaesthesie (Akupunkturanalgesie) in der Bauchchirurgie
Anaesth. Prax. 14, 53 (1977/78)

(49) GOLDSTEIN,A. :
Enkephalins,opiate receptors,and general Anaesthesia
Anesthesiology 49, 1 (1978)

(50) GOLDSTEIN,A.,KEATS,A.S. :
The risk of anaesthesia
Anesthesiology 33, 130 (1970)

(51) GOLDSTEIN,A. :
Opoid peptides (endorphines in pituitary and brain)
Science 193, 1081 (1976)

(52) GRABOW,L.,CRIVEANU ,T.:
Die kombinierte Akupunktur-Analgesie als Verfahren der allgemeinen Anaesthesie
Anaesthesist 25, 231 (1976)

(53) GRABOW,L.:
Kommentar zur Arbeit von Pongratz und Mitarbeiter
Anaesth.Prax. 13, 32 (1977)

(54) GRABOW,L.,LERNER,A. :
Elektrohypalgesie
Prakt.Anaesth. 12, 511 (1977)

(55) GRABOW,L. :
Zeitgleiche,mehrfaktorielle Analyse der Hirnfunktion nach Halothane Narkose,Neurolept-Analgesie und kombinierter Akupunkturanalgesie
Anaesthesist 27, 25 (1978)

(56) GRABOW,L. :
Pain suppression by afferent stimulation
In:Electrotherapeutic Sleep and Electroanaesthesia
Vol V, Wageneder,F.M.,Germann,R.H.(Hrsg.),S.121
Graz:dbv Verlag für die Technische Universität 1978

(57) GUILLEMIN,R.:
Endorphins,brain peptides that act like opiates
New.Engl.J.Med. 296, 226 (1977)

(58) HAGELSTEN,J.O. :
Akupunktur-Analgesie-Humbug oder ernstzunehmen?
Anaesth.Inform. 15, 234 (1974)

(59) HAMMERLE,A.F.,BRÜCKE,T.,HÖRTNAGL,H.,LEITNER,E. :
Plasma-Katecholamine bei herzchirurgischen und abdominellen Eingriffen unter Anwendung einer kombinierten Elektrostimulationsanalgesie
Anaesthesist 28, 523 (1979)

(60) HASSLER,R.:
Wechselwirkung zwischen dem System der schnellen Schmerzempfindung und des langsamen,nachhaltigen Schmerzgefühls
Langenbecks Arch.Chir. 342, 47 (1976)

(61) HENSCHEL,W.F. :
Die Entwicklung der NLA bis zu ihrer heutigen Stellung in der Anaesthesie
In:Henschel,W.F.(Hrsg.):Die Neuroleptanalgesie
II.NLA-Symposium Bremen 1964, Anaesthesie und Wiederbelebung Band9, S. 2
Springer Verlag,Berlin-Heidelberg-New York 1966

(62) HERGET,H.F.,L'ALLEMAND,H.,KALWEIT,K.,WALTER,P.,HEHRLEIN,F.W., SCHLEPPER,M.:
Klinische Erfahrungen mit kombinierter Akupunktur-Analgesie bei offenen Herzoperationen am Zentrum für Chirurgie der Justus-Liebig-Universität in Gießen
Anaesthesist 25, 223 (1976)

(63) HERGET,H.F.,HEHRLEIN,F.W.,KALWEIT,K.L'ALLEMAND,H. :
Akupunktur-Analgesie und kontrollierte Beatmung eine modifizierte Anaesthesiemethode im Rahmen der offenen Herzchirurgie
Thoraxchirurgie 23, 410 (1975)

(64) HERGET,H.F.,WALTER,P. :
18 Monate Erfahrung in der Analgesie durch Akupunktur im Zentrum Chirurgie an der Justus-Liebig-Universität Gießen
Akupunktur Theorie und Praxis 3, 124 (1975)

(65) HERGET,H.F. :
Modellversuche in der Akupunktur-Analgesie
In:Bergmann,H.,Blauhut,B.(Hrsg.):Anaesthesiekongress Linz 1973,Teil 2,Anaesthesie und Wiederbelebung Band 91, S.89
Springer Verlag,Berlin-Heidelberg-New York 1975

(66) HOSOBUCHI,Y.,ADAMS,J.E.,LINCHITZ,R. :
Pain relief by electrical stimulation of the central grey matter in humans and its reversal by naloxone
Science 197, 183 (1977)

(67) HUGHES,J.,KOSTERLITZ,H.W. :
Opoid peptides
Brit. med.Bull. 33, 157 (1977)

(68) HUGHES,J.,SMITH,T.W.,KOSTERLITZ,H.W.,FOTHERGILL,L.A.MORGAN?B.A., MORRIS,H.R. :
Identification of two related pentapeptides from brain with potent opiate agonist activity
Nature,Lond. 158, 577 (1975)

(69) HYVARINEN,J.,KARLSSON,M. :
Low resistance skin points that may coincide with acupuncture loci
Med.Biol. 55, 88 (1977)

(70) IGGO,A. :
Kritische Bemerkungen zur Gate Control Theory
In:Janzen,R.(Hrsg.),Keidel,W.D.,Herz,A.,Steichele,C.:Schmerz S.136
Thieme Verlag Stuttgart 1972

(71) JANZEN,R.,KEIDEL,W.D.,HERZ,A.,STEICHELE,C. :
Schmerz-Grundlagen-Pharmakologie
Thieme Verlag Stuttgart 1972

(72) KAADA,B.:
Neurophysiology and acupuncture : a review
Advanc.Pain Res.Ther. 1, 733 (1976)

(73) KALWEIT,K. :
Voraussetzungen und Parameter für die Effektivität der Akupunkturanalgesie durch Elektrostimulation
Akupunktur Theorie und Praxis 5, 30 (1977)

(74) KEIDEL,W.D. :
Elektronarkose und Akupunktur aus der Sicht der Neurophysiologie
Anaesth. Inform. 8, 7 (1975)

(75) KERR,F.W.L. :
Pain a central inhibitory balance theory
Mayo Clin.Proc. 50, 685 (1975)

(76) KITAMURA,H.,SAWA,T.,IKEZONO,E. :
Postoperative hypoxaemia in the contribution of age to the maldistribution of ventilation
Anesthesiology 36, 244 (1972)

(77) KNORRING,L.,ALMAY,B.G.L.,JOHANSSON,F.,TERENIUS,L. :
Pain perception and endorphin levels in cerebrospinal fluid
Pain 6, 359 (1978)

(78) KNUDSEN,J. :
Duration of hypoxaemia after uncomplicated upper abdominal and thoracoabdominal operations
Anaesthesia 25, 372 (1970)

(79) KÖNIG,G.,WANCURA,I. :
Einführung in die chinesische Ohrakupunktur
4. Auflage,Karl F.Haug Verlag, Heidelberg 1976

(80) KRAMER,M.,HERGET,H.F.,PATSCHKE,D.:
Hemodynamics during Electroacupuncture in patients undergoing Aorta-Coronary Bypass Operations
In:Electrotherapeutic Sleep and Electroanaesthesia
Vol V Wageneder,F.M.,GERMANN,R.H.(Hrsg.) S.121
Graz:dbv Verlag für die Technische Universität 1978

(81) KREBS,R. :
Wirkungen von Narkotika auf das Herz-Kreislaufsystem
In:Ahnefeld,F.W.,Bergmann,H.,Burri,C.,Dick,W.,Halmagyi,M.:
Der Risikopatient in der Anaesthesie, Band 11, S.40
Springer Verlag Berlin-Heidelberg-New York

(82) KROCK,F. :
Säure-Basen-Haushalt
In: Siegenthaler,W.(Hrsg.):Klinische Pathophysiologie
2.Auflage,S.215
Georg Thieme Verlag,Stuttgart 1973

(83) KROMER,W. :
Endorphine-körpereigene Peptide mit Morphinähnlicher Wirkung
Teil 2:Biologische Bedeutung,klinische Gesichtspunkte
Fortschr.Med. 96, 1463 (1978)

(84) KURKA,P. :
Klinische Erfahrung mit Ro 05-4200 in der Anaesthesie
Anaesthesist 23, 375 (1974)

(85) LARSON,C.P. :
An evaluation of acupuncture analgesia in obstetrics
Anesthesiology 41, 596 (1974)

(86) LEE,G.T.C. :
A study of electrical stimulation of acupuncture locus tsu-san li (st-36) on mesenteric micricirculation
Amer.J.Chin. Med. 2, 246 (1974)

(87) LINDBLOM,U.,TEGNER,R. :
Are the endorphines active in clinical pain states narcotic antagonism in chronic pain patients
Pain 7, 65 (1979)

(88) LIU,W.S.,BIDWAI,A.V.,STANLEY,T.H.,LOESER,E.A.,BIDWAI,V. :
The cardiovascular effects of diazepam and of diazepam and pancuronium during fentanyl and oxygen anaesthesia
Canad.Anaesth. J. 23, 395 (1976)

(89) LLOYD,M.A.,WAGNER,H.K. :
Acupuncture and radiant heat pain: a signal detection analysis
Anesthesiology 44, 147 (1976)

(90) LORD,I.A.M.,WATERFIELD,A.A.,HUGHES,J.,KOSTERLITZ,H.W. :
Endogenous opoid peptides:multiple antagonists and receptors
Nature (Lond.) 267, 495 (1977)

(91) MARTIN,E.,OTT,E. :
Hemodynamic Changes under Conventional Neurolept-Anaesthesia in Comparision with Electrostimulation
In:Electrotherapeutic Sleep and Electroanaesthesia
Vol V,Wageneder,F.M.,Germann,R.(Hrsg.) S.241
dbv Verlag für die Technische Universität

(92) MARSHALL,B.E.,MILAR,R.A. :
Some factors influencing postoperative hypoxaemia
Anaesthesia 20, 40 (1965)

(93) MATSUMOTO,T. :
Surgery and Acupuncture Analgesia
Amer.Surg. 7, 422 (1975)

(94) MATSUMOTO,T.:
Anatomical Comparision between Acupuncture and Nerve Block
Amer.Surg. 1, 11 (1975)

(95) MAYER,D.J.,PRICE,D.D.,RAFII,A. :
Antagonism of acupuncture analgesia in man by the narcotic antagonist naloxone
Brain Res. 121, 368 (1977)

(96) MAYER,D.J.,PRICE,D.D. :
Central nervous system mechanismus of analgesia
Pain 2, 379 (1976)

(97) MAYER,D.J.,WOLFLE,T.L.,AKIL,H.,CARDER,B.,LIEBESKIND,J.C.:
Analgesia from electrical stimulation in the brainstem of the rat
Science 174, 1351 (1971)

(98) MAYRHOFER,O. :
Acupuncture analgesia in the People's Republic of China
In:Arias,A.,Llaurado,R.,Nalda,M.N.,Nunn,J.N.(eds.)
Recent Progress in Anesthesiology and Resuscitation,Proceedings
of the IV European Congress of Anesthesiology, Madrid 1974
Excerpta medica,International Congress Series No 347,S.686
Amsterdam-Oxford 1975,American Elsevier Publishing Co.,In.,New Yo

(99) MAYRHOFER,O.,BENZER,H.,PAUSER,G.,GANGLBERGER,J.A :
Recherches concernant l'effect analgesiant de l'acupuncture
Cah. Anesth. 3, 263 (1977)

(100) MCLENNON,H.,GILLFILAN,K.,HEAP,Y. :
Some pharmacological observation on the analgesia induced
by acupuncture in rabbits
Pain 3, 229 (1977)

(101) MELZACK,R. :
Akupunktur und Schmerzbeeinflussung
Anaesthesist 25, 204 (1976)

(102) MELZACK,R.,WALL,P.D. :
Pain mechanismus: a new theory
Science 150, 971 (1965)

(103) MORRIS,L.E. :
Nitrous Oxide and Relaxants
In:Eastwood,D.W. (Hrsg.) Nitrous Oxide
Blackwell Scientific Publications 1964

(104) NOGIER,P. :
Lehrbuch der Auriculotherapie
Maisoneuve,Paris 1973

(105) OTT,E. :
Electrostimulation for analgesia during surgery
Cardiovascular Diseases,Bulletin of the Texas Heart Institute
4, 403 (1977)

(106) OTT,E.,MARTIN,E.,KUPPE,H. :
Does Electroanaesthesia Reduce the Need for Analgesia in Surgery
In:Electrotherapeutic Sleep and Electroanaesthesia
Vol V,Wageneder,F.M.,Germann,R.H.(Hrsg.) S.277
Graz:dbv Verlag für die Technische Universität 1978

(107) PARBROOK,G.D. :
The levels of Nitrous Oxide Analgesia
Br.J.Anesth. 39, 974 (1967)

(108) PAUSER,G.,BENZER,H.,BISCHKO,J.,GANGLBERGER,J.,HAIDER,M.,
MAYRHOFER,O.,SCHMID,H.,SEMSROTH,M.:
Klinische und experimentelle Ergebnisse mit der Akupunktur-
Analgesie
Anaeszhesist 25, 215 (1976)

(109) PAUSER,G.,BENZER,H. :
Methods of Acupuncture-Analgesia with Electrical Stimulation
In: Electrotherapeutic Sleep and Electroanaesthesia
Vol V, Wageneder,F.M.,Germann,R.H.(Hrsg.) S.297
Graz: dbv Verlag für die Technische Universität 1978

(110) PERT,C.B.,SNYDER,S,S.H. :
Opiat receptor: demonstration in nervous tissue
Science 179, 1011 (1973)

(111) PERT,A.,WALTER,M. :
Comparison between naloxone reversal of morphine and electrical stimulation induced analgesia in the rat mesencephalon
Life Sci. 19, 1023 (1976)

(112) PICHELMAYR,I.,GROSSE,H.,MASCHER,E.:
Blutgasanalytische Untersuchungen zur Beatmungseffektivität des Pulmomat (Dräger)
Anaesthesist 24, 56 (1975)

(113) POMMERANZmB.,CHENG,R.,LAW,P. :
Acupuncture reduces electro-physiological and behavioural reponses to noxious stimuli :Pituitary is implicated
Exp.Neurol. 54, 172 (1977)

(114) POMMERANZ,B.,CHIU,D. :
Naloxone blockade of acupuncture analgesia :Endorphin implicated
Life Sci. 19, 1757 (1976)

(115) POMMERANZ,B. :
Do endorphines mediate acupuncture analgesia?
In :Costa,E.,Trabucchi,M.(eds.): The endorphins
Adv.Biochem.Psychopharmacol. 18, 351 (1978)

(116) PONGRATZ,W.,LINKE,W.,BAUM,W.,RICHTER,J.A. :
Elektroakupunkturanalgesie bei 500 herzchirurgischen Eingriffen
Anaesth. Prax. 13, 19 (1977)

(117) PONGRATZ,W.,RICHTER,J.A. :
Die Elektroakupunktur in der Anaesthesie der Kardiochirurgie
In: Götz,E.,Lawin,P.(Hrsg.) :Anaesthesie bei kardiochirurgischen Eingriffen, Symposium Münster März 1977 S. 35
Georg Thieme Verlag, Stuttgart 1978

(118) PONGRATZ,W.,RICHTER,J.A.,HOLLINGER,J.LINKE,W.,KUNKEL,R.,
BAUM,M.:
Electroacupuncture in Anaesthesia
Vol V,Wageneder,F.M.,Germann,R.H.(Hrsg.) S.313, Graz:dbv-Verlag
für die Technische Universität 1978

(119) PRYS-ROBERTS,C.,GREENE,L.T.,MELOCHE,R.,FEX,P.:
Studies of anaesthesia in relation to hypertension.II:Haemo-
dynamic consequences of induction and endotracheal intubation
Br.J.Anaesth. 43, 531 (1971)

(120) PRYS-ROBERTS,C.,MELOCHE,R.,FOEX,P.:
Studies of anaesthesia in relation to hypertension.I.:Cardio-
vascular responses of treated and untreated patients
Br.J.Anaesth. 43, 122 (1971)

(121) REITAN,J.A.,STENGERT,K.B.,WYMORE,M.L.,MARTUCCI,R.W.:
Central vagal control of fentanyl-induced bradycardia during
halothane anaesthesia
Anest.Analg. 57, 31 (1978)

(122) RICHTER,J.A.,BAUM,M.,KUNKEL,R.,AMERELLER,H.P.:
Akupunktur-Analgesie bei 100 Herzoperationen
Ärztliche Praxis 27, 777 (1975)

(123) RICHTER,M.:
Verhalten der Serumelektrolyte und Blutgase unter Neurolept-
analgesie.In:Henschel,F.W.(Hrsg.): Die Neuroleptanalgesie
II.NLA-Symposium Bremen 1964, Anaesthesie und Wiederbelebung
Band 9, S.106
Springer Verlag,Berlin-Heidelberg-New York (1966)

(124) SCHAER,H.,BAASCH,K.,REIST,F.:
Die Atemdepression nach Fentanyl und ihre Antagonisierung
mit Naloxone
Anaesthesist 27, 259 (1978)

(125) SCHAER,H.:
Zur Quantifizierung der analgetisch/anaesthetischen Wirkung der Elektrostimulation
Anaesthesist 28, 52 (1979)

(126) SCHILDBERG,F.W.,WITTE,J.,BACHHUBER,F.,SCHREIBER,M.:
Die Bedeutung der Natriumzufuhr für den postoperativen Aldosteronismus
Langenbecks Arch.chir.Suppl.Chirurg.Forum S.41 (1977)

(127) SCHULZ,R.:
Körpereigene Opiate-Endorphine
Dtsch.Ärztebl. 40, 2255 (1978)

(128) SCHWEIZER,C.,HOWLAND,W.S.:
Disturbances in acid base balance during major surgery
Anesthesiology 24, 158 (1963)

(129) SIMON,E.J.,HILLER,M.,EDELMANN,I.:
Stereospecific ninding of potent narcotic analgesic ^{3}H-etorphine to rat brain homogenate
Proc.Natl.Acad.Sci (USA) 70 1947 (1973)

(130) SJÖLUND,B.,TERENIUS,L.,ERIKSSON,I.,SOVAK,M.,ENGEL,R.:
Über den Mechanismus der Akupunktur-Analgesie
Anaesthesist 25 208 (1976)

(131) SJÖLUND,B.,TERENIUS,L.,ERIKSSON,I.:
Increased cerebrospinal fluid levels of endorphines after electro-acupuncture
Acta Physiol, Scand. 100, 382 (1977)

(132) SOLD,H.:
Akupunktur-Analgesie ein Überblick
Anaesth.Inform. 7, 297 (1978)

(133) SOVAK,H.,ENGEL,R.:
Über den Mechanismus der Akupunktur-Analgesie
Anaesthesist 25, (1976)

(134) SPOEREL,W.E.:
Akupunktur-Analgesie in China
Anaesthesist 25, (1976)

(135) STACHER,G.,WANCURA,I.,BAUER,P.,LOHODA,R.,SCHULZE,D.:
Effect of Acupuncture on Pain Threshold .Determined by
Electrical Stimulation of the Skin:A controlled Study
Am.J.Chin.Med. 3, 143 (1975)

(136) STELLPFLUG,H.,WICKING,E.J.,NIESCHLAG,E.:
Operationsstreß während kombinierter Elektroakupunkturanalgesie
und Enflurane-Narkose,gemessen am Serum Cortisol
Prakt.Anaesth. 13, 483 (1978)

(137) TAMMISTO,T.,TAKKI,S.P.,NIKKI,P.,JÄÄTTELA,A.:
Effect of operative stress on plasma catecholamine levels
during neuroleptanalgesia
Anaesthesist 22, 158 (1972)

(138) TAUBE,H.D.:
Opiatreceptoren und Endorphine
Anaesthesist 27, 158 (1972)

(139) TAUBERGER,G.,SCHULTE AM ESCH,J.,ENGELHARDT,H.G.,WAGNER,H.:
Tierexperimentelle Untersuchungen der Sympathikusaktivität
und des Kreislaufs bei Neuroleptanalgesie
Anaesthesist 24, 496 (1975)

(140) TERENIUS,L.,WAHLSTRÖM,A.:
Morphine-like ligand for opiate receptors in human csf
Life Sci. 16, 1759 (1975)

(141) THEWES,G.:
Physiologie des Sauerstofftransportes und Pathophysiologie der Gewebshypoxie,Hypoxie,Grundlagen und Klinik
Springer Verlag Berlin-Heidelberg-New York 1969

(142) THIMME,W.,DISSMANN,W.,EISELE,R.,BRUHN,W.R.:
Veränderung der Atmung und des Energiestoffwechsels nach abdominalchirurgischen Eingriffen
Z.prakt.Anaesth. 7, 140 (1972)

(143) THOMA,H.,BENZER,H.,MAYRHOFER,O.,PAUSER,G.:
Über die Anwendung elektrischer Stimulationsströme bei Operatione
Konzept einer klinisch verwendbaren Anordnung

(144) THOMA,H.,BENZER,H.,MAYRHOFER,O.,PAUSER,G.:
Telemetrische E -Daten (Biorhythmen) bei Operationen in Akupunktur-Analgesie in der Volksrepublik China
Anaesthesist 24, 239 (1976)

(145) TOLKSDORF,W.,EWEN,T.,KATTERMANN,R.,KLOSE,R.,LUTZ,H.:
Elektrostimulationsanaesthesie und Neuroleptanalgesie bei Cholecystektomien
Anaesthesist 29, 459 (1980)

(146) VOGEL,W.,BURCHARDI,H.:
Der Einfluß verschiedener Analgetika auf Atmung und Kreislauf
Z.prakt.Anaesth. 7 69 (1972)

(147) VOIGT,E.,WEITZACKER,W.:
Gasaustausch und Lungenmechanik unter Narkosebeatmung
Anaesthesist 24, 166 (1975)

(148) WANCURA,J.,KÖNIG,G.:
On the Neurophysiological Explanation of Acupuncture Analgesia
Am.J.of Chinese Medicine Vol 2, 193 (1974)

(149) WAGMAN,J.H.,DONG,W.K.,MCMILLAN,J.A. :
Possible Physiological Bases for Acupuncture Analgesia
Am.J.of Chinese Medicine 4, 313 (1976)

Herrn Prof.Dr.Dr.h.c.W. Brendel und Herrn Prof.Dr.K. Peter möchte ich für die freundliche Überlassung eines Arbeitsplatzes am Institut für Chirurgische Forschung beziehungsweise am Institut für Anaesthesiologie sehr herzlich danken.

Herrn Prof. Dr. R. Richter bin ich für die Genehmigung zur Durchführung des klinischen Teils der Untersuchungen in der II. Frauenklinik der Universität zu großem Dank verpflichtet.

Sehr herzlich möchte ich mich bei Frau Dr. E.Ott am Institut für Anaesthesiologie für die freundliche Unterstützung im Verlauf der Studie bedanken.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr.K. Meßmer für die stets wertvolle Kritik und Anregung im Verlauf und bei der Auswertung der Studie.

Den medizinisch-technischen Assistentinnen Fräulein R. Pfeiffer und Frau B. Kahn danke ich für die Blutgasbestimmungen.

LEBENSLAUF

Am 5. November 1948 wurde ich als Sohn des Webereitechnikers Karl Heinz Kuppe und seiner Ehefrau,geb Popp in München geboren.

Nach dem Besuch der Volksschule in Hohenbrunn von 1955-1960 trat ich in das Mathematisch-naturwissenschaftliche Gymnasium über,an welchem ich 1970 das Abitur ablegte.

Mein Studium begann ich im Wintersemester 1970/71 an der Ludwig-Maximilians-Universität am Institut für Pharmazie und Lebensmittelchemie.Die ärztliche Vorprüfung legte ich nach dem Wintersemester 1975 in Kiel ab.Der erste Abschnitt der Ärztlichen Prüfung wurde von mir im Winter 1976 und der zweite Abschnitt der Ärztlichen Prüfung im Winter 1978 abgelegt.

Während des klinischen Studiums erfolgten Famulaturen in der Anaesthesiologischen Abteilung des Krankenhauses Neuperlach, in der HNO-Praxis von Herrn Dr.Strutz in Eutin,sowie im Nuffield Department of Surgery in Oxford.

Das Klinische Jahr leistete ich am Institut für Anaesthesiologie, der Chirurgischen Klinik der Universität München und in der Inneren Abteilung des Städtischen Krankenhauses Harlaching ab.

Den dritten Abschnitt der Ärztlichen Prüfung legte ich im Frühjahr 1979 ab.Vom 1.6.1979 bis zum 1.2.1980 war ich Wissenschaftlicher Assistent am Pathologischen Institut der Universität.Seit 1.2.1980 bin ich Assistent am Institut für Anaesthesiologie der Universität.